Anat. 367m Sachs.

Vorträge

über

# Bau und Thätigkeit des Grosshirns

und die Lehre von der

## Aphasie und Seelenblindheit

für Aerzte und Studirende.

---

Mit 80 Abbildungen
(6 Tafeln in Lichtdruck und 11 Tafeln in Photolithographie).

Von

**Dr. med. Heinrich Sachs,**
Nervenarzt in Breslau.

**Breslau.**
Verlag von Preuss & Jünger.
1893.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

# Das Grosshirn.

# Vorträge

über

# Bau und Thätigkeit des Grosshirns

und die Lehre von der

## Aphasie und Seelenblindheit

für Aerzte und Studirende.

---

Mit 80 Abbildungen
(6 Tafeln in Lichtdruck und 11 Tafeln in Photolithographie).

Von

**Dr. med. Heinrich Sachs,**
Nervenarzt in Breslau.

**Breslau.**
Verlag von Preuss & Jünger.
1893.

Alle Rechte vorbehalten.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

# Vorwort.

Die vorliegende Arbeit ist aus einer Reihe von Vorträgen entstanden, welche ich im Herbste 1891 auf Veranlassung des hiesigen physiologischen Vereins vor den Mitgliedern desselben gehalten habe. Die Freundlichkeit, mit welcher jene Vorträge aufgenommen worden sind, sowie mehrfache dahin gehende Aufforderungen geben mir den Muth, dieselben einem grösseren Kreise vorzulegen. Das anatomische und physiologische, das klinische und theoretische Material ist an so vielen Stellen verstreut, dass eine Zusammenstellung der wichtigeren Ergebnisse der neueren Forschungen Manchem willkommen sein dürfte. Bei den Auseinandersetzungen über die Thätigkeit des Grosshirns habe ich mich nicht mit dem einfachen Zusammentragen begnügt, sondern den Versuch gemacht, das ganze grosse Gebiet von einheitlichen Gesichtspunkten aus zu betrachten und durchzuarbeiten. Dass meine subjectiven Anschauungen sich an manchen Stellen stark in den Vordergrund drängen, ist ein Fehler, dessen ich mir nur zu gut bewusst bin, der sich aber wohl nicht vermeiden liess, wollte ich micht nicht auf ein sehr lückenhaftes Mosaikbild beschränken. Auch so bleibt die Arbeit von umfassender Vollständigkeit noch recht weit entfernt.

Die Quellen habe ich, soweit sie mir zugänglich waren, hinter den einzelnen grösseren Abschnitten zusammengestellt, dagegen von genaueren Litteraturangaben im Texte mit wenig Ausnahmen Abstand genommen. Bei einem kurzen Lehrbuche, wie diese Arbeit es zu sein beabsichtigt, ist die Angabe der Quelle für jede einzelne thatsächliche Bemerkung oder theoretische Erwägung kaum möglich, aber auch unnöthig. Denjenigen, der sich auf dem Gebiete erst orientiren will, interessiren derartige

Angaben wenig. Die engeren Fachgenossen werden ohne Weiteres erkennen, wie weit die Darstellung sich auf das vorhandene Material stützt, wie weit sie insbesondere auf den grundlegenden Arbeiten Meynert's und Wernicke's aufgebaut ist. Hervorheben möchte ich, dass ich im entwickelungsgeschichtlichen Theil wesentlich den Untersuchungen von His gefolgt bin; es ist das im Texte nicht so hervorgetreten, wie es hätte der Fall sein sollen.

Der Vortheil der mündlichen Darstellung, die Zeichnungen während des Vortrages an der Wandtafel entstehen zu lassen, ist im Buchdruck leider nicht zu erreichen; doch habe ich von erläuternden schematischen Figuren einen ausgedehnten Gebrauch gemacht. Die Abbildungen der vierzehn Frontalschnitte durch das Gehirn, welche möglichst naturgetreu gezeichnet und von der Kunstanstalt der Verlagsbuchhandlung technisch vorzüglich wiedergegeben sind, dürften eine werthvolle Unterstützung der anatomischen Darstellung bilden. Von der Einfügung der Zeichnungen in den Text selbst habe ich Abstand genommen und statt dessen sämmtliche Figuren auf losen Tafeln in einer besonderen Mappe vereinigen lassen. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, alle in Betracht kommenden Figuren neben einer jeden einzelnen Textseite liegen zu haben, eine Einrichtung, welche namentlich für die entwickelungsgeschichtliche Schilderung von Vortheil sein dürfte. Wer davon absieht, kann die Tafeln ohne Weiteres mit dem Texte zusammen binden lassen.

Breslau, im Januar 1893.

H. Sachs.

# Inhalts-Verzeichniss.


Seite

## I. Anatomie des Grosshirns.

**Erster Vortrag:** Einleitung. Uebersicht des Hirnbaus. Histologisches . 3
**Zweiter Vortrag:** Entwickelungsgeschichtliches. Gehirnform . . . . . 19
**Dritter Vortrag:** Die Gehirnoberfläche . . . . . . . . . . . . . 47
**Vierter Vortrag:** Die Hirnrinde. Die Associationsfaserung. Der Streifenhügel. — Hirnhüllen und Hirnernährung . . . . . . . . . . . 61

## II. Physiologie des Grosshirns.

**Fünfter Vortrag:** Psychologisches . . . . . . . . . . . . . . . 89
**Sechster Vortrag:** Thierversuche. Entfernung des ganzen Grosshirns . . 144
**Siebenter Vortrag:** Fortsetzung. Entfernung von Theilen des Grosshirns. Reizversuche . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 158
**Achter Vortrag:** Die Aphasie . . . . . . . . . . . . . . . . 188
**Neunter Vortrag:** Fortsetzung . . . . . . . . . . . . . . . . 215
**Zehnter Vortrag:** Die Seelenblindheit . . . . . . . . . . . . . 232
**Elfter Vortrag:** Fortsetzung . . . . . . . . . . . . . . . . . 255
**Zwölfter Vortrag:** Die vordere Hälfte des Grosshirns. Der Streifenhügel 267
Erklärung der Abbildungen . . . . . . . . . . . . . . . . . . 282

I.

# Anatomie des Grosshirns.

# Erster Vortrag.

Meine Herren! Die Summe dessen, was wir mit Sicherheit über den Bau und die Thätigkeit des Gehirns anzugeben wissen, ist trotz aller Fortschritte der letzten dreissig Jahre noch immer verhältnissmässig geringfügig. An einer vollständigen systematischen Kenntniss des Gehirnaufbaues fehlt noch unendlich viel. Selbst mit der einfachen, groben Anatomie des Organs steht es nicht zum Besten. Die äussere Form freilich des Gehirns und seiner Theile stand schon im Anfange des Jahrhunderts im Grossen und Ganzen so fest, dass nichts Wesentliches mehr hinzugefügt werden konnte. Aber schon Burdach, der Vater unserer modernen Gehirnlehre, war zu der Einsicht gekommen, dass diese äussere Form doch nur die äussere Schale sei. So unerlässlich ihre Kenntniss für die gegenseitige Verständigung und die weitere Forschung ist, sie besitzt doch nur einen topographischen Werth. Nachdem man die Ganglienzellen mit den aus ihnen entspringenden leitenden Fasern als die wesentlichen Bestandtheile des Nervengewebes erkannt hatte, galt es den unzähligen Verbindungen nachzuspüren, welche den Zusammenhang zwischen den einzelnen Gegenden des grossen Organs, sowie zwischen ihm und dem übrigen Körper aufrecht erhalten. Nur ein kleiner Theil dieser Aufgabe ist bis jetzt gelöst.

Nicht viel besser verhält es sich mit der physiologischen Seite des Themas. Ueber die Function ganzer, grosser und zusammengesetzter Hirntheile wissen wir so gut wie gar nichts. Und was wir zu wissen glauben, beruht zum grossen Theil auf mehr minder gut gestützten Vermuthungen, welche jeden Tag durch die Ergebnisse neuer Untersuchungen über den Haufen geworfen werden können.

So ist es erklärlich, dass das Bild, das ich Ihnen von dem Organ unseres Denkens und seiner Thätigkeit zu entwerfen beabsichtige, den Charakter eines ersten Entwurfs, einer überall verbesserungsfähigen und verbesserungsbedürftigen Skizze an sich tragen wird, dass es überall Lücken zeigen wird, welche sich bei dem heutigen Standpunkte unseres Wissens auch nicht durch die kühnsten Conjecturen ausfüllen lassen. Ich will mich bemühen, zwei Punkte besonders hervorzuheben, auf anatomischem Gebiete Ihre Aufmerksamkeit auf die Zusammensetzung des centralen Nervensystems aus einheitlich gebauten elementaren Bestandtheilen zu lenken, auf physiologischem ebenso auf die Einheitlichkeit des Grundvorgangs hinzuweisen, aus dessen ungezählter Wiederholung selbst die verwickeltste geistige Thätigkeit hervorgeht.

Die Darstellung zerfällt in vier Abtheilungen. Der anatomischen Uebersicht werden die psychologischen Betrachtungen im Zusammenhange folgen. Die letzteren werden in den Ergebnissen der Versuche an Thieren und der Beobachtungen an Menschen mit örtlich umgrenzten Gehirnkrankheiten ihre Stützen finden. Die Geisteskrankheiten bleiben von dem Plane dieser Vorträge ausgeschlossen.

---

Bei der Untersuchung über den Bau und die Thätigkeit eines jeden Organs kann man entweder von der Betrachtung der groben äusseren Form, oder von derjenigen der elementaren Bestandtheile des Gewebes ausgehen. Für die Darstellung des Gehirnaufbaus scheint es mir fruchtbringender, mit der Histologie zu beginnen, da wesentliche Eigenthümlichkeiten, welche schon bei oberflächlicher Besichtigung auffallen, wie der Unterschied zwischen grauer und weisser Substanz, sich ohne die Kenntniss der Gewebszusammensetzung nicht verstehen lassen. Schon bei diesem ersten Schritte in unser Gebiet betreten wir einen Boden, der gerade gegenwärtig in ein bedenkliches Schwanken gerathen ist. Die histologischen Forschungen der letzten Jahre eines Golgi, Ramon y Cajal, Köllicker und zahlreicher anderer sind im Begriffe, die ganze Wissenschaft von den Zellindividuen des nervösen Gewebes von Grund aus umzugestalten.

Man nahm bis vor Kurzem an, dass das gesammte Nervensystem aus zwei von einander verschiedenen nervösen Elementarbestandtheilen zusammengesetzt sei: den Ganglienzellen und den Nervenfasern; man hat wohl auch darüber gestritten, welchem von beiden die eigentliche psychische Leistung zukäme.

Noch in seiner jüngst erschienenen Abhandlung, die ausführlich und übersichtlich über die gegenwärtige Gestaltung der Histologie der nervösen Centralorgane berichtet, wirft Waldeyer diese m. E. bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse, und vielleicht für immer müssige Frage auf, und sucht die Möglichkeit zu erweisen, dass jede von beiden Annahmen richtig sein könne.

Zellen und Fasern sollten derart mit einander zusammenhängen, dass aus einer jeden Zelle zum mindesten zwei, gewöhnlich aber mehrere Fortsätze entsprängen, welche in die Axencylinder von markhaltigen Nervenfasern übergingen, und dass eine jede Faser mit zwei Zellen in unmittelbarem Zusammenhange stände. Das Schema des einfachen Reflexvorganges wäre somit gleichzeitig als Schema für den Bau des Organs zu betrachten: Die sensible Zelle s (Fig. 1) des Rückenmarks steht durch die aus einem ihrer Fortsätze hervorgehende Nervenfaser 1 mit einem empfindenden Elemente der Haut, durch die Nervenfaser 2 mit der motorischen Zelle m in Verbindung; diese ist ihrerseits durch die Faser 3 mit einem Muskel verbunden. Ausserdem geht aus jeder Zelle je ein weiterer Fortsatz in Fasern über, von denen die eine (4) den von der Haut kommenden Reiz zu einer sensiblen Zelle des Grosshirns weiter leitet, während die andere (5) von einer Zelle des Grosshirns aus motorische Erregungen der Zelle m zuführt. Anderweitige aus denselben Zellen entspringende Fortsätze (6, 7) hätten die Verbindung derselben mit benachbarten gleichartigen Zellen zum Zwecke gemeinsamer, coordinirter Thätigkeit herzustellen.

Die letztere Rolle schrieb man den sich in's Feinste verästelnden sogenannten protoplasmatischen Fortsätzen der Zelle zu (Fig. 2 b). Diese sollten, mit den Verästelungen benachbarter Zellen zusammenfliessend ein feines Nervennetz darstellen (Gerlach), aus dem dann wieder Axencylinder markhaltiger Nervenfasern entsprängen. So würde das ganze Nervengewebe der grauen Substanz die Form eines Netzes besitzen, in dessen Hauptknotenpunkten sich die Ganglienzellen befänden. Nach einer anderen Annahme sollten die Protoplasmafortsätze einander

nur durchflechtend eine Leitung per contiguitatem zwischen sämmtlichen Zellen einer Gegend vermitteln, und die graue Substanz somit die Gestaltung eines Filzes annehmen.

Die neuen Untersuchungen haben gezeigt, dass diese Anschauungen den thatsächlichen Verhältnissen nicht entsprechen. Allem Anscheine nach giebt es nur ein einziges einheitliches Element, welches in seiner Wiederholung das gesammte Nervensystem zusammensetzt: das ist die Ganglienzelle mit einem einzigen, dazugehörigen, sich mehrfach verästelnden, aber mit keiner anderen Zelle in unmittelbare Verbindung tretenden nervösen Fortsatz (Fig. 2 c). Beide Theile gehören untrennbar zusammen und bilden erst mit einander eine nervöse Einheit. Für sich kann keiner von beiden Bestandtheilen existiren; die Vernichtung des einen zieht regelmässig den Untergang des anderen nach sich. Die Zelle variirt nach Form und Grösse, ebenso die Länge und die Verästelung des leitenden Fortsatzes; derselbe kann so kurz sein, dass seine Verästelung in unmittelbarer Nähe seiner Ursprungszelle vor sich geht, er kann andererseits ununterbrochen sich von einer Zelle der Grosshirnrinde bis zum untersten Ende des Rückenmarkes hinerstrecken, also die ansehnliche Länge von über einem halben Meter erreichen. Die protoplasmatischen Fortsätze der Zelle scheinen mit der nervösen Leitung gar nichts zu thun zu haben; sie sind vielmehr Antheile des Zellleibes, die durch ihre eigenthümliche Form und weite Ausbreitung besonders geeignet sind, die Ernährung der Zelle zu erleichtern, vielleicht auch dazu dienen, in dem weichen nervösen Gewebe den Zellen eine sichere Befestigung zu geben.

Eine weitere Entdeckung der letzten Jahre ist, dass die Nervenfasern, also die leitenden Fortsätze der Ganglienzellen sich nicht blos an ihrem Endpunkte verästeln, sondern auch unterwegs an den verschiedensten Punkten ihres Verlaufs und schon in nächster Nähe ihrer Zelle sich theilen, oder in rechtem Winkel seitlich abgehende Nebenäste, sogenannte Collateralen (Fig. 2 g) abgeben, sodass von derselben Zelle aus sehr verschiedene Territorien des Systems erregt werden können.

Die Verbindung mehrerer Elemente mit einander geschieht nicht unmittelbar durch continuirlichen Uebergang einer Faser in mehrere Zellen. Vielmehr ist der Zusammenhang derart, dass die Endäste eines nervösen Fortsatzes sich mit ihren letzten,

kolbenartig verdickten Enden an den Körper einer anderen Ganglienzelle anlegen und dieselbe von allen Seiten her korbartig einschliessen (Fig. 2 f). Monakow nimmt an, dass die Endverästelungen verschiedener Fortsätze, ihre Fibrillenbäume, wie man sie genannt hat, ineinander greifen, sich gegenseitig durchflechten und sich mit ihren feinsten Aesten dicht an einander legen (Fig. 2 h). Eine Verschmelzung zwischen zwei Elementen tritt nicht ein. Der Uebergang eines Erregungsvorganges von einem Elemente auf ein anderes ist demgemäss nicht als eine einfache Weiterleitung des Reizes, sondern als eine Contactwirkung, eine Art von Induction aufzufassen.

Die in der Nähe des Zellkörpers sich auflösenden Aeste des Fortsatzes dienen der Verbindung der Zellen mit benachbarten, innerhalb derselben Provinz des Systems liegenden Zellindividuen, die langen Aeste vermitteln die Uebertragung des Reizes auf entfernte Zellterritorien von anderer functioneller Bedeutung. Es st als wahrscheinlich anzunehmen, dass innerhalb eines Elements der Erregungsvorgang stets in der Richtung vom Zellkörper zum Zellfortsatz verläuft. Ableitende und zuleitende Elemente, also motorische und sensible im weitesten Sinne genommen, unterscheiden sich demnach dadurch von einander, dass bei den ersteren der Leib der Zelle nach dem Centrum, bei den letzteren nach der Peripherie hin liegt, während der Fortsatz seine Endverästelung beim zuleitenden Nerven in einem centralwärts gelegenen Territorium des Nervensystems, beim ableitenden dagegen in einem peripherwärts gelegenen, bezw. im Muskel oder in der sekretorischen Drüsenzelle besitzt. Dieser Auffassung entspricht auch die Entwickelungsgeschichte der nervösen Elemente, nach welcher die Axencylinder der Nervenfasern aus den ursprünglich allein vorhandenen Zellkörpern herauswachsen.

Nur die peripheren sensiblen Nerven scheinen eine Ausnahme von der allgemeinen Regel zu machen. Hier ist die Mutterzelle einer jeden Nervenfaser im Interspinalganglion zwischen die beiden Endstrecken derselben eingeschaltet, oder ihr seitlich durch einen verbindenden Ast angehängt. Die Verbindung der peripheren Strecke der sensiblen Faser mit den die von aussen kommenden Reize zuerst aufnehmenden empfindenden Organen der Haut ist noch nicht vollständig aufgeklärt.

Zu diesen beiden, durch ihre entgegengesetzte Leitungsrichtung sich von einander unterscheidenden Arten von Elementen kommt wahrscheinlich noch eine dritte hinzu: Zellen, die gar

keinen langen Fortsatz besitzen, deren leitender Fortsatz sich vielmehr in nächster Nähe des Zellkörpers verästelt. Die Uebertragung einer Erregung, welche aus einem entfernt gelegenen Gebiete auf dem Wege eines langen Axencylinderfortsatzes anlangt, geschieht, wie es scheint, nicht unmittelbar wieder auf eine Zelle mit langem Fortsatz, sondern es ist zwischen den langen Fortsatz der zuleitenden Zelle und den Körper der die Erregung wieder in ferne Gebiete übertragenden eine mit ganz kurzer Verästelung versehene Schaltzelle eingefügt. Diese Schaltzelle mag als Relais dienen, um den auf der langen Leitung entstandenen Kraftverlust auszugleichen, und gleichzeitig als Vermittlungsamt, um die von einer Seite ankommende Erregung an verschiedene Zellen oder Zellgruppen der empfangenden Station zu vertheilen.

Gestatten Sie mir, kurz darauf hinzuweisen, wie die neu gewonnene Erkenntniss, dass Zellkörper und Axencylinderfortsatz ein einheitliches Element sind, auf gewisse pathologische Vorgänge ein helles Licht wirft, nämlich auf die Vorgänge der systematischen Degeneration. Die eigenthümliche Erscheinung, dass nach Zerstörung oder Erkrankung bestimmter Theile der nervösen Centralorgane einzelne Faserzüge in bestimmter Richtung entweder aufwärts oder abwärts degeneriren, hat zu mannigfachen Erklärungsversuchen Veranlassung gegeben. Bald sollte die Degeneration in Folge des mangelnden adäquaten Reizes entstehen, bald dachte man an eigene trophische Centren, nach deren Abtrennung die Vernichtung der Fasern eintreten sollte. Nachdem man zu der Erkenntniss gekommen ist, dass die Nervenfaser nicht etwas für sich Bestehendes, sondern nur ein Theil der Ganglienzelle ist, erscheint es als selbstverständlich, dass nach der Zerstörung oder Abtrennung des grössten Theiles der Zelle mit dem Kerne der kleine Rest derselben, welchen der Fortsatz darstellt, zu Grunde geht. Auf der anderen Seite leidet auch der Körper der Zelle, wenn ihr Fortsatz beinahe in seiner ganzen Länge zerstört wird. Die Zellen des Facialiskerns atrophirten nur unbedeutend, als Forel bei seinen Versuchen am Kaninchen den Nerven beim Austritt aus dem Foramen stylo-mastoïdeum durchschnitt; dagegen degenerirte der Kern fast vollständig, wenn die Durchtrennung des Nerven weiter oben am Austritt seiner Wurzelfasern aus dem Kopfmark geschah. Der Verlust eines so bedeutenden Stückes ihres Protoplasmas führte in diesem Falle den Untergang der ganzen Ganglienzelle herbei. Umgekehrt ist es bekannt, dass nach der Durchschneidung eines peripheren Nerven häufig die Axencylinder durch die Narbe hindurch wachsen und die Wiederherstellung der Function ermöglichen. Die Thatsache, dass die systematische Degeneration gleichzeitig die gesammte Nervenfaser in ihrer ganzen Länge befällt und nicht von einem Ende zum anderen fortschreitet, erscheint ebenfalls als eine nothwendige Folgeerscheinung der neuen Anschauung.

Ganz besonders empfindlich sind die Zellen in der Projectionsfaserung

des Grosshirns. Hier hat insbesondere Monakow durch eine längere Reihe von Arbeiten den Nachweis geführt, dass nach der Entfernung umschriebener Rindenstellen beim Thiere und ebenso nach der Zerstörung der Rinde oder der darunter liegenden Faserung beim Menschen, die Zellen in ganz bestimmten Abschnitten der unterhalb der Rinde gelegenen grauen Massen des Sehhügels und seines Zubehörs zu Grunde gehen, nämlich denjenigen Abschnitten, aus deren Zellen die in dem zerstörten Rindentheil sich auflösenden Fasern ihren Ursprung nehmen. Es sind dies dieselben Abschnitte der Rinde, welche ihrerseits secundär entarten, wenn die entsprechenden Theile des Sehhügels vernichtet waren. Hier genügte also schon die Entfernung der äussersten Endverästelung des Fortsatzes, um das ganze nervöse Element, allerdings im Verlaufe längerer Zeit, zum Schwunde zu bringen. Die secundäre Zerstörung der primären Centren der Opticusbahn und damit die Beeinträchtigung der in diesen sich verästelnden Nervenfasern der Gesichtsnerven, deren Ursprungszellen in der Netzhaut liegen, erzeugte sogar in dritter Linie einen Schwund der Sehnerven selbst.

Ohne auf die feinere Histologie der Ganglienzellen näher einzugehen, will ich nur daran erinnern, dass eine jede von ihnen einen verhältnissmässig sehr grossen Kern (Fig. 2 d) und ein Kernkörperchen (e) besitzt, und meist innerhalb ihres Protoplasmas eine grössere oder geringere Menge von Pigmentkörnchen enthält. Der Axencylinderfortsatz umgiebt sich, bald nachdem er die Zelle verlassen hat, mit einem zunächst sehr dünnen, aber schnell an Dicke zunehmenden Markmantel (f), welcher als isolirende Schicht den regellosen Uebergang der Erregung von einer Nervenfaser auf die andere verhindert.

Indem die Zellen nicht unregelmässig über das ganze Nervensystem zerstreut liegen, sondern die einzelnen Elemente so gelagert sind, dass einerseits ihre Köpfe, die eigentlichen Ganglienzellen, andererseits ihre Fortsätze sich nebeneinander legen, entsteht die Sonderung zwischen grauer und weisser Substanz. Die Farbe der weissen Substanz wird durch das Myelin des Markmantels bedingt. Daher tritt das Weiss auch innerhalb der grauen Substanz überall dort auf, wo zahlreiche markhaltige Nervenfasern zusammenliegen, wie im Viq d'Azyr'schen Streifen der Rinde des Calcar avis. Zu der dunkleren, bräunlichen Farbe der grauen Substanz trägt ebensowohl das in den Ganglienzellen enthaltene Pigment, als die grössere Menge des nicht nervösen Stützgewebes der Glia bei, welche in den Zwischenräumen zwischen den unregelmässig geformten Ganglienzellen und deren Fortsätzen in grösserer Menge vorhanden sein muss, als zwischen

den sich dicht aneinander legenden Nervenfasern. Wo die Ganglienzellen besonders stark pigmentirt sind, wie in der Substantia nigra des Hirnschenkelfusses, geht die bräunliche Farbe in eine dunkelschwärzliche über.

Fasst man die am weitesten von einander entlegenen Endpunkte nervöser Elemente, nämlich die graue Hirnrinde einerseits und die Haut und die Muskeln des Körpers andererseits in's Auge, und untersucht die zwischen diesen Theilen vorhandenen Verbindungen, so ergiebt sich, dass niemals ein einzelnes Element sich über die ganze Länge dieser Strecke hin ausdehnt. Eine von einer Zelle der Grosshirnrinde ausgehende Nervenfaser hat nicht ihre entferntesten Verästelungen etwa im Muskel, und ebensowenig verläuft eine Faser, welche zu einer Empfindungsreize aufnehmenden Zelle der Haut in Beziehung tritt, ohne Unterbrechung bis in die Grosshirnrinde. Vielmehr sind zwischen beiden Endpunkten Zwischenstationen eingeschaltet. In der Zwischenstation endet der von oben oder von unten her kommende Zellfortsatz; aus einer Zelle der Zwischenstation entspringt ein neuer Fortsatz, welcher die von der einen Seite her angelangte Erregung nach der anderen Seite hin weiter leitet.

Die wichtigste und ihrer Function nach genauer bekannte Zwischenstation ist das Höhlengrau. Sie wissen, dass das centrale Nervensystem aus der Wandung eines einfachen hohlen Rohres entsteht, und dass die Höhlung des Rohrs in der Form der verschiedenen Höhlen des Gehirns und Rückenmarks während des ganzen Lebens erhalten bleibt. Der Centralkanal des Rückenmarks öffnet sich nach oben in die Rautengrube oder den vierten Ventrikel; aus diesem läuft unter den Vierhügeln die Sylvi'sche Wasserleitung in den zwischen den beiden Sehhügeln gelegenen dritten Ventrikel; der letztere steht durch die an den vorderen oberen Ecken seiner Seitenwände befindlichen Monro'schen Löcher in Verbindung mit dem rechten und linken Seitenventrikel, den Höhlen der Grosshirnhemisphären, welche einem Zerfall des vordersten Theiles des ursprünglich einfachen Rohres ihre Entstehung verdanken. Mit Ausnahme der Seitenventrikel des Grosshirns ist die ganze Hirnrückenmarkshöhle unmittelbar vom Höhlengrau umgeben; nur die schützende Zellenschicht des Ependyms trennt dasselbe noch von dem Hohlraum. Somit erstreckt sich das Höhlengrau ununterbrochen vom untersten Ende des Rücken-

marks bis zum vorderen Ende des dritten Ventrikels. Als seine einzelnen Theile enthält dasselbe die gesammte graue Substanz des Rückenmarks, die Kerne der Hirnnerven im verlängerten Mark, in der Brücke und in der Wand des Aquaeductus Sylvii und die dünne Schicht grauer Substanz, welche die Seitenwände des dritten Ventrikels auskleidet, indem sie die Innenfläche der Sehhügel überzieht. Das Infundibulum und die vordere Wand des dritten Ventrikels, die sogenannte graue Endplatte, stellen das vordere oder obere Ende des Höhlengraus dar.

Das Höhlengrau ist dadurch ausgezeichnet, dass die sämmtlichen peripheren Nerven des Körpers, sowohl die Hirn- als die Rückenmarksnerven in ihm ihr centrales Ende finden. Nur für die beiden ersten Hirnnervenpaare, die Riechnerven und die Sehnerven, sind die dem Höhlengrau analogen ersten Endigungen räumlich von demselben getrennt. Die Endstation der Riechnerven ist der entwicklungsgeschichtlich der Grosshirnhemisphäre angehörende Riechkolben, die der Sehnerven die Netzhaut. Die Netzhaut ist functionell wie ihrer Entstehung nach ein Hirntheil, und der sogenannte Sehnerv ist daher kein peripherer Nerv, sondern ein zwei Hirntheile verbindender Nervenstrang. Dieselbe bildet sich als eine Ausstülpung des dritten Ventrikels und hängt daher ihrer Anlage nach mit der inneren Wand des Hirnrückenmarkrohrs, als der Mutter allen Höhlengraus, innig zusammen.

Im Höhlengrau (Fig. 3 H) endigen also alle zuleitenden, sensiblen (s), aus Zellen desselben entspringen alle ableitenden, motorischen (m) peripheren Nervenfasern. Dasselbe steht daher mit jedem Theile des Körpers in nervöser Verbindung und stellt in seiner Gesammtheit eine Projection des ganzen Körpers dar, und zwar in doppelter Beziehung, nämlich durch die sensiblen Fasern eine Projection des ganzen Körpers, und durch die motorischen eine solche der Muskulatur (und aller drüsigen Gebilde). Es bildet mit den peripheren Nerven zusammen das, von der Grosshirnrinde aus gerechnet, dritte Glied des Meynertschen Projectionssystems. Wie mit dem Körper, so steht das Höhlengrau auch mit dem höheren Centrum, der Grosshirnrinde (R) durch zuleitende und ableitende Nervenfasern in Zusammenhang. Die in Bezug auf das Höhlengrau zuleitenden Fasern aus dem Rindengrau (p) laufen ununterbrochen aus den Zellen

der Rinde bis in das Höhlengrau und verlieren sich hier in denjenigen Antheilen desselben, aus deren Zellen die zum Körper ableitenden Fasern ihren Ursprung nehmen (v): dem Vorderhorn des Rückenmarks und den Kernen der motorischen Hirnnerven. Diese nervösen Elemente, welche Grosshirnrinde und Muskulatur mit einander verbinden (p und m), sind also nur in zwei Etagen über einander angeordnet. Sie bilden die Bahn, auf welcher vom Grosshirn die willkürlichen Bewegungen angeregt werden, die sogenannte Pyramidenbahn, das cortico-musculäre Leitungssystem oder die Bahn des Hirnschenkelfusses.

Die aus dem Höhlengrau zum Grosshirn leitenden Fasern (s') entspringen aus Zellen derjenigen Antheile des Höhlengraus, in welchen die peripheren sensiblen Nervenfasern sich verästelten: dem Hinterhorne des Rückenmarks und den Kernen der sensiblen Hirnnerven im oberen Höhlengrau (h). Diese Fasern setzen die Bahn der Hirnschenkelhaube zusammen. Sie gelangen nicht unmittelbar bis in das Rindengrau, sondern erleiden in den Ganglien der Haube: dem Sehhügel und all' seinem Zubehör und den Vierhügeln (G) nochmals eine Unterbrechung. Hier erreichen die aufsteigenden Fasern ihre Endverästelung; aus Zellen des Gangliengraus entspringen wiederum neue Fasern (s''), die endlich in der Grosshirnrinde ihr Ende finden und derselben die aus dem Höhlengrau stammenden Erregungen zuleiten. Physiologische Gründe machen es wahrscheinlich, dass auch im motorischen Theile des Höhlengraus (v): im Vorderhorn des Rückenmarks und den Kernen der motorischen Hirnnerven Zellen sich befinden, die ihre Axencylinderfortsätze ($\sigma'$) aufwärts in das Gangliengrau senden, sodass das Grosshirn mittelst dieser Fasern und ihrer Fortsetzung ($\sigma''$) zum Rindengrau auch von der Thätigkeit der motorischen Nervenkerne Kenntniss erhält. Die Bahn s s' s'' vermittelt die Wahrnehmung der aus der Haut, den Muskeln, Sehnen und Gelenken, den Sinnesorganen und den Eingeweiden stammenden Empfindungen (abgesehen vom Geruch und Gesicht, die, wie vorher erwähnt, ihre eigenartig verlaufenden Nervenbahnen besitzen); mit Hilfe der Bahn $\sigma'$ $\sigma''$ kommt die Wahrnehmung der sogenannten Innervationsempfindungen zu Stande, d. i. die Wahrnehmung derjenigen Vorgänge, welche sich in den motorischen Nervenkernen abspielen, während diese die Muskeln zur Contraction veranlassen.

Endlich ist in der Haubenbahn mit einiger Wahrscheinlichkeit noch ein Zug anzunehmen, dessen Fasern aus Zellen des Gangliengraus entspringen und im motorischen Theile des Höhlengraus endigen ($\pi$). Vermittelst dieser Bahn ist das Gangliengrau im Stande, ohne Betheiligung der Grosshirnrinde, Muskelbewegungen hervorzurufen, welche im Gegensatz zu den Willkürbewegungen einerseits und den an das Höhlengrau gebundenen einfachen Reflexen andererseits, Reflexe höherer Ordnung darstellen. Zu dieser Bahn gehört keine Verbindung zwischen Rinden- und Gangliengrau; die entsprechende Bahn aus dem Grosshirn ist ja die ohne Unterbrechung zum Höhlengrau absteigende Willkürbahn (p).

Sie erkennen, dass das Gangliengrau eine Projection des Höhlengraus und damit mittelbar eine zweite Projection des peripheren Körpers darstellt. Gangliengrau und die dasselbe mit dem Höhlengrau verbindenden Fasern bilden das zweite Glied des Meynert'schen Projectionssystems; das erste Glied desselben wird durch die Hirnrinde (R) mit den von ihr ausgehenden und in ihr endigenden Fasern gebildet. Die ganze sensible Bahn besteht also aus drei übereinander liegenden Etagen. Im Rindengrau ist vermittelst der aus dem Gangliengrau zu ihm aufsteigenden Fasern mittelbar wiederum der ganze Körper vertreten. Die Grosshirnrinde bildet die letzte Station für alle vom Körper ausgehenden Nervenzüge.

Meynert nimmt auch für die Willkürbahn des Hirnschenkelfusses (p — m) eine dreifache Gliederung an, indem er das obere Stück derselben, die Pyramidenbahn im engeren Sinne (p) im Linsenkern eine Unterbrechung finden lässt. Durch die anatomischen Untersuchungen Wernicke's, sowie durch die pathologische und experimentelle Beobachtung, dass die Pyramidenbahn nach einer Durchtrennung in der Nähe der Grosshirnrinde, bei völliger Unversehrtheit des Linsenkerns, ihrer ganzen Länge nach systematisch degenerirt, endlich durch die Feststellung des Verlaufs dieser Bahn am lebenden Thier mit Hilfe der durch elektrischen Reiz ausgelösten Bewegungen, dürfte jene Annahme als widerlegt gelten.

Der genauere Verlauf der Haubenbahn zwischen Höhlen- und Gangliengrau ist noch nicht sicher bekannt; ebensowenig sind die einzelnen Bestandtheile derselben anatomisch gesondert. Möglicherweise ist die Zahl der Unterbrechungen mit den angegebenen noch nicht erschöpft. Es ist auch nicht ausgeschlossen, dass ein Theil der sensiblen Bahn den Umweg über das Kleinhirn macht.

Wer das Vorhandensein einer besonderen, aus den motorischen Nerven-

kernen stammenden Innervationsempfindung nicht annimmt, bedarf der Bahn $\sigma' \sigma''$ nicht.

Wesentliche anatomische Unterschiede scheinen zwischen den Ganglienzellen des Rindengraus und des Höhlengraus nicht vorhanden zu sein. Dagegen fällt bei den Versuchen, diese Elemente mit Farbstoffen sichtbar zu machen, ein chemischer Unterschied auf. Während die Zellen im Höhlengrau nach Härtung des Organs in Müller'scher Lösung mit Leichtigkeit alle möglichen Farbstoffe aufnehmen, bedarf es bei der Färbung aller anderen Nervenzellen, der Grosshirn- und der Kleinhirnrinde sowohl, wie der Ganglien, wenigstens beim Erwachsenen ganz besonderer Vorsichtsmassregeln; häufig gelingt eine Färbung nach Chromsäurehärtung überhaupt nicht.

Stellen Sie Sich noch einmal die Gestalt der ursprünglichen Anlage des centralen Nervensystems, das hohle oben und unten geschlossene Rohr vor, und beachten Sie, dass aus dem inneren Theile der Wandung das Höhlengrau, aus dem äusseren, wenigstens in dem oberen Abschnitte des Organs, das Rindengrau entsteht (das Gangliengrau liegt, nur durch unbedeutende Faserzüge getrennt, dem Höhlengrau an), und dass durch das Auswachsen ihrer Zellen zwischen beiden die Markfaserung sich bildet (Fig 4); Sie erkennen dann, dass das Höhlengrau (H) am meisten nach innen zu liegen kommt und auf allen Seiten von den aus- und einstrahlenden Nervenfasern umgeben ist. Dieses Verhältniss stellt sich am einfachsten auf einem etwa in der Höhe von a (Fig. 4) angelegten Querschnitte durch das Rückenmark (vergl. Fig. 5, M sp) dar, auf dem, wie Sie sehen, die weissen Markmassen die grauen Säulen von allen Seiten her einschliessen; es bleibt aber das gleiche durch die ganze Länge des Höhlengraus bis zu seinem oberen Ende im Gehirn. Das Rindengrau (Fig. 4 R) umgiebt seinerseits die Markfaserung, wie eine um dieselbe herumgelegte Kappe. Daher finden wir auf jedem Durchschnitte durch das Gehirn (etwa in b Fig. 4) die graue Substanz der Rinde als Grenzschicht aussen, die weisse Markmasse von derselben eingeschlossen. Trifft der Schnitt etwas tiefere Regionen (etwa in der Höhe von c), so schneidet er in der Mitte der Markmasse die Ganglien der Haube und, je nach seiner Lage, ganz innen, unmittelbar die Höhle des Gehirns umgebend, das Höhlengrau (vergl. Fig. 44—57).

In der Zeichnung (Fig. 4) sehen Sie ein einfachstes Schema dieser Verhältnisse in einem Längsschnitt. Die Höhle V stellt in ihrem unteren Theile den Centralkanal des Rückenmarks, in ihrem oberen die mittlere Hirnhöhle dar. Die graue Masse H

repräsentirt unten als Vorderhorn v und Hinterhorn h die graue Substanz des Rückenmarks; in ihrem oberen Theile entspricht dieselbe graue Masse den Nervenkernen des verlängerten Marks und der Brücke. Die Markmasse wird in ihrem unteren Abschnitt durch die weissen Stränge des Rückenmarks gebildet, oben erscheint sie als das Centrum semiovale des Grosshirns. R ist die Hirnrinde, G das Gangliengrau, m und s vordere und hintere Rückenmarkswurzeln.

In der Figur 5 finden Sie alle wesentlichen Bestandtheile und die hauptsächlichsten Faserzüge des Gehirns und Rückenmarks, möglichst der natürlichen Lagerung der Theile entsprechend, schematisch dargestellt. Die Zeichnung stellt einen etwas seitlich von der Medianebene geführten Sagittalschnitt dar. Die neben einander liegenden, sowie die aus der Ebene des Schnittes heraustretenden Theile und Fasern sind in diese Ebene zusammengedrückt zu denken. Ausserdem ist das ganze System einseitig gedacht und nicht, wie es in Wirklichkeit ist, bilateral-symmetrisch. Dadurch fallen alle Faserkreuzungen, sowie alle Verknüpfungen beider Hälften durch Commissurfasern fort, und das Bild wird im Interesse des leichteren Verständnisses wesentlich vereinfacht.

C ist der Durchschnitt der Rinde des Grosshirns, Cb derjenige der Kleinhirnrinde. In der Mitte des Grosshirns sehen Sie die Stammganglien der Haube: den Sehhügel (Th) mit den sich daran anschliessenden Vierhügeln (Qu). Die Verdickung der Rinde N l stellt den Linsenkern, die graue Masse N c den geschwänzten Kern dar. An das Grosshirn setzt sich nach abwärts der Hirnschenkel (Pd) an, dann folgen die Brücke (Ps) und das verlängerte Mark (M o), welches in das Rückenmark (M sp) übergeht. Das Rückenmark endet quer abgeschnitten, und dieser Querschnitt ist in die Ebene des dargestellten Längsschnitts hineingezeichnet. Der Wirklichkeit entsprechend müsste er auf dem Längsschnitte der Fasern senkrecht stehen. Die vierzipflige Figur in der Mitte des Rückenmarkquerschnitts ist der Durchschnitt der grauen Substanz des Rückenmarks, also Höhlengrau. Als zwei weitere Bestandtheile des Höhlengraus finden Sie weiter oben in der Brücke den Kern eines sensiblen Hirnnerven, einen der Trigeminuskerne (V), und den Kern eines motorischen Hirnnerven, den Facialiskern (VII). Im Hinterhorn (h) des Rückenmarks endet ein aus der Haut der Hand kommender sensibler

peripherer Nerv (4″), aus dem Vorderhorn (v) entspringt ein zu einem Muskel, dem zweiköpfigen Armbeuger führender motorischer peripherer Nerv (1′). Die Endpunkte beider Nerven im Rückenmark sind durch eine Associationsbahn (11), die innerhalb des Höhlengraus verläuft, mit einander verbunden; das ist die Bahn, durch welche der einfache Reflex zu Stande kommt, also im gegebenen Falle das Zurückziehen der Hand durch Beugung des Unterarms, z. B. bei der Verletzung der Hand durch eine Flamme.

Aus dem Höhlengrau laufen die Ihnen schon bekannten beiden Bahnen zum Hirn hinauf, die nach der Lage, die sie im Hirnschenkel einnehmen, als die Bahn des Hirnschenkelfusses und die der Hirnschenkelhaube von einander unterschieden werden. Die Hirnschenkelfuss- oder Pyramidenbahn (1) verläuft in den Seitensträngen, zu einem kleinen Theile auch in den Vordersträngen des Rückenmarks. Der Vorderstrangantheil gelangt direct, der Seitenstrangantheil durch die Pyramidenkreuzung hindurch nach der anderen Seite hinübertretend (Fig. 41 und 80), in die Pyramide des verlängerten Marks, durchbricht die Querfaserung der Brücke und läuft dann im Fusse, dem unteren oder vorderen Theil des Hirnschenkels weiter nach oben und in das Grosshirn hinein. Hier gelangen die Fasern der Bahn in die zwischen Sehhügel und geschwänzten Kern einerseits, Linsenkern andererseits gelegene innere Kapsel, treten aus derselben in den Stabkranz des Grosshirnmarks und erreichen schliesslich im Rindengrau des Grosshirns ihre Ursprungszellen. In der Haube finden Sie, zwischen Höhlengrau und Gangliengrau verlaufend, als Fortsetzung des sensiblen Nerven 4″ die Bahn für die Hautempfindungen (4′), ferner die Bahn für die Innervationsempfindung (6′) und die vom Sehhügel abwärts führende Bahn für die höheren Reflexe (8). Die Fortsetzungen der beiden ersterwähnten Züge der Haubenbahn treten aus dem Sehhügel in die innere Kapsel (4 und 6) und laufen mit der Pyramidenbahn gemeinschaftlich weiter nach oben.

Die soweit ziemlich einfache Verbindung der Theile mit einander wird durch das Vorhandensein einer Art von Nebenschliessung verwickelt, in welche das Kleinhirn eingeschaltet ist. Das Kleinhirn hat drei Arten von Faserverbindungen, welche in den drei Kleinhirnschenkeln verlaufen. Die Rinde des Kleinhirns ist mit der des Grosshirns durch den Faserzug des mittleren Kleinhirn-

schenkels oder Brückenarms verbunden. Die Fasern dieser Bahn (3 — 3') sammeln sich aus allen Theilen der Grosshirnrinde, verlaufen mit der Pyramidenbahn zusammen durch innere Kapsel und Hirnschenkelfuss in die Brücke und biegen hier, nachdem sie in der grauen Substanz der Brückenkerne (p k) eine Unterbrechung erlitten haben, als Querfasern der Brücke in das Kleinhirn ab. Die zweite Kleinhirnbahn ist der obere Kleinhirnschenkel oder Bindearm (10), welcher das in der Mitte des Kleinhirns befindliche Ganglion, den gezahnten Kern (n d) mit dem Sehhügel verbindet. Der untere Kleinhirnschenkel oder Strickkörper endlich (10' 10'') verbindet eben diesen gezahnten Kern mit allen sensiblen Kernen des Höhlengraus. Diese Bahn wird zu einem Theile durch die directe Kleinhirnseitenstrangbahn (10'') gebildet, zum anderen Theile (10' 10''') zieht sie nach einer Unterbrechung in einer weiteren grauen Masse, der unteren Olive (o i), in die Hinterstränge des Rückenmarks.

Die Figur zeigt ausserdem als Verbindungen des Facialiskerns (VII) die Pyramidenfaser (2), die motorische Wurzelfaser (2'), die Innervationsempfindungsbahn (7) und die Reflexbahn (9). Zum Trigeminuskern gehört die sensible Wurzelfaser (5''), die Fortsetzung derselben in der Haube zum Sehhügel (5') und darüber hinaus zur Hirnrinde (5), sowie eine der unteren Kleinhirnschenkelbahn analoge Verbindung mit dem Kleinhirn (5'''). Als Nervenbahn eines Sinnesorgans ist die des Sehnerven mit ihrem unteren zum hinteren Kern des Sehhügels führenden Abschnitt (16') und der Fortsetzung zur Hirnrinde (16) eingezeichnet.

Neben den bisher geschilderten Faserzügen, welche die verschiedenen Stationen des centralen Nervensystems mit einander und mit dem Körper verbinden, und die in ihrer Gesammtheit das Projectionssystem ausmachen, existiren noch grosse Mengen von Fasern, welche innerhalb einer Station die einzelnen Theile derselben mit einander verknüpfen. Das sind die sogenannten Associationsfasern. Eine dieser Verbindungen, die Reflexbahn im Rückenmark (11), habe ich schon erwähnt. Eine weitere (12) verbindet den Trigeminus- mit dem Facialiskern. Ausserdem finden Sie auf der Zeichnung eine solche Bahn (13) im Sehhügel und eine Anzahl (14, 15, 17, 18) in der Markmasse des Grosshirns angedeutet.

In den verschiedenen Höhen des Gehirns gruppiren sich die Faserzüge desselben in ganz verschiedener Weise. Diese Eigenthümlichkeit gestattet, das Projectionssystem in Abtheilungen zu zerlegen, die sich gesondert betrachten lassen. Die unterste Abtheilung, das verlängerte Mark, ist durch das Zusammenlaufen von Pyramidenbahn, Haubenbahn und unterem Kleinhirnschenkel ausgezeichnet. Im zweiten Stück, der Brücke, tritt an Stelle des unteren der mittlere Kleinhirnschenkel zum übrigen Projectionssystem hinzu. Das dritte Stück bildet der Hirnschenkel; hier ist in die Bahn der Haube noch der obere Kleinhirnschenkel eingetreten. Der Haubenfaserung sind in dieser Abtheilung die Vierhügel aufgelagert, in welche ein kleiner Theil der Fasern der Haube hineintritt. Während die Fussbahn unterhalb der Brücke nur die im Querschnitt verhältnissmässig unbedeutende Pyramidenbahn enthielt, ist sie oberhalb der Brücke durch die Mitnahme der gesammten Querfaserung der letzteren um das Vielfache gewachsen. Die vierte Abtheilung ist die innere Kapsel. Hier ist die Haubenbahn bereits in den Sehhügel abgebogen, der ihre Stelle ausfüllt. Der untere Theil der inneren Kapsel enthält daher nur die Fussbahn, also die Pyramiden- und Brückenfasern; im oberen Theile derselben kommen die aus dem Sehhügel wieder austretenden, zur Rinde ziehenden Projectionsfasern hinzu. Daher wird die innere Kapsel gegen die Rinde hin fortlaufend mächtiger.

Im fünften und obersten Stück wird die den Namen des Stabkranzes annehmende Projectionsbahn von den Associationsfasern und (auf der Figur nicht gezeichneten) Balkenfasern des Grosshirns, nach allen Richtungen, je näher der Rinde um so mehr und unentwirrbarer durchflochten.

# Zweiter Vortrag.

Meine Herren! Den fünf Abtheilungen der Projectionsfaserung, die ich Ihnen im ersten Vortrage geschildert habe, entsprechen ziemlich genau die fünf grossen Abschnitte des Gehirns überhaupt, welche, soweit sie sich nicht noch am erwachsenen Organ scharf von einander abheben, sich zum mindesten entwickelungsgeschichtlich und auf vergleichend anatomischem Wege unterscheiden lassen. Fig. 5 zeigt diese Verhältnisse schematisch dargestellt. Die grosse graue Kappe der Hirnrinde (C), welche das ganze Gehirn einzuhüllen scheint, nebst der darin enthaltenen Markfaserung, wird durch die beiden Halbkugeln des Vorderhirns gebildet. Zwischen beide Hemisphären hineingeschoben und sie mit einander verknüpfend, erscheint das aus den beiden Sehhügeln und ihrer Nachbarschaft bestehende Zwischenhirn (Th). Die dritte Abtheilung stellt das Mittelhirn dar, welches aus einem oberen hinteren Theil, den Vierhügeln (Qu), und einem unteren vorderen, den Hirnschenkeln (Pd) besteht. Die Längsaxe des Mittelhirns und der unter ihm liegenden Hirntheile ist fast unter einem rechten Winkel gegen die horizontal liegende Längsaxe des Vorder- und Zwischenhirns nach unten abgeknickt. Die vierte Abtheilung enthält vorn die Brücke (Ps), hinten das Kleinhirn; sie führt den Namen des Hinterhirns. Das Nachhirn endlich, der fünfte, am weitesten nach unten gelegene Hirnabschnitt, entspricht dem verlängerten Mark (M o) und geht nach unten unmittelbar in das Rückenmark (M sp) über.

Während sich die drei hinteren Abtheilungen des Gehirns von einander, sowie von den vorderen Hirntheilen und dem Rückenmark noch am ausgebildeten Organ gut abheben, sind

Vorder- und Zwischenhirn, also Grosshirnhemisphären und Sehhügel, so in einander hineingewachsen, dass wir, um sie von einander zu sondern, uns genöthigt sehen, die Entwickelungsgeschichte des Gehirns zu Hilfe zu nehmen. Die embryologische Betrachtung wird es uns auch allein ermöglichen, über verschiedene verwickelte Formverhältnisse am Grosshirn ins Klare zu kommen.

Die folgende Darstellung soll keinen Abriss der Entwickelungsgeschichte ihrem genauen zeitlichen Verlaufe nach enthalten, sondern sie soll nur die Möglichkeit gewähren, die Form des erwachsenen Organs aus den entwickelungsgeschichtlichen Daten heraus klar zu erfassen. Deshalb ist die zeitliche Folge der einzelnen Phasen der Entwickelung nicht genau gewahrt. Die Vorgänge, die des leichteren Verständnisses halber hier einzeln und nach einander geschildert werden, verlaufen in Wirklichkeit zu einem grossen Theile gleichzeitig, sodass schon in den ersten Wochen des foetalen Lebens die meisten wesentlichen Bestandtheile des Gehirns angelegt sind. So ist z. B. die ursprüngliche Gliederung des Gehirns schon verhältnissmässig weit fortgeschritten, bevor die Rückenplatte sich überall zum Rohre geschlossen hat.

Wie ich schon im ersten Vortrage erwähnte, entsteht das ganze centrale Nervensystem ursprünglich aus einem einfachen, hohlen, oben und unten geschlossenen Rohre (Fig. 6, I im Längsschnitt, II im Querschnitt). (Die Lagebezeichnungen beziehen sich überall auf die aufrechte Stellung des Menschen.) Man glaubte früher, dass auf diesem Standpunkte das Nervensystem des Amphioxus lanceolatus stehen bleibe; man hat sich indessen überzeugt, dass auch bei diesem niedrigsten aller Wirbelthiere eine Verdickung des vorderen Rohrendes die erste Anlage des Gehirns markirt, sodass man gegenwärtig zu sagen berechtigt ist, dass alle Wirbelthiere auch Hirnthiere seien (Meynert). Im weiteren Verlaufe der Entwickelung bilden sich am oberen Ende des Rohres drei unter einander gelegene, bläschenförmige Erweiterungen, die primären Hirnblasen: wie wenn ein Glasbläser an einer Thermometerröhre hinter einander drei Kugeln aufblasen würde. (Fig. 7.) Aus der obersten Blase (V) entwickeln sich Vorder- und Zwischenhirn, ihre Höhlung (a) wird zum dritten und den beiden Seitenventrikeln; die mittlere Blase (M) ist das Mittelhirn, sie lässt Vierhügel und Hirnschenkel aus sich entstehen, und ihre Höhlung (b) wird die Sylvi'sche Wasserleitung; die dritte Blase (H) zerfällt durch stärkeres Wachsthum ihrer oberen und unteren Hälfte und durch Zurückbleiben des ringförmigen Wandstückes zwischen

beiden in zwei übereinander gelegene Theile, das Hinterhirn und das Nachhirn, ihre Höhlung (c) gestaltet sich zum vierten Ventrikel oder der Rautengrube und zum obersten Anfangsstück des Rückenmarkkanals.

Während dieser Vorgänge behält das obere Ende des Hirnrückenmarkrohres die verticale Richtung seiner Längsaxe nicht in allen seinen Theilen bei, sondern krümmt sich an mehreren Stellen um von rechts nach links durchgehende Axen. Die Gesammtwirkung dieser Krümmungen ist ein Ueberbeugen des obersten Hirntheiles nach vorn, derart, dass das anfänglich den oberen Deckel des Rohres bildende Wandstück, die sogenannte Endplatte (Fig. 7 e) nach vorn und schliesslich nach vorn und unten sieht. Das Rohr biegt sich an der Uebergangsstelle des Rückenmarks in das Gehirn nach vorn (Nackenkrümmung), dann in der Brückengegend wieder nach hinten zurück (Brückenkrümmung) und endlich am Mittelhirn wiederum, und zwar in zwei Absätzen (vordere und hintere Scheitelkrümmung), nach vorn herüber, sodass jetzt — beiläufig um die dritte Woche des foetalen Lebens — das Mittelhirnbläschen die höchste Stelle des gesammten Hirnrohres bildet und Vorder- und Hinterhirn sich einander stark nähern (Fig. 8). Die auf diese Weise entstehende Vertiefung an der unteren Gehirnfläche, die später in noch zu schildernder Weise in den beiden Schläfelappen seitliche Begrenzungen erhält, bleibt auch am erwachsenen Organ stark ausgeprägt.

Das zweite und dritte primäre Hirnbläschen verändern sich weiterhin im Wesentlichen nur dadurch, dass ihre Wandung sich in ganz unregelmässiger Weise hier stark verdickt, dort zu einer epithelialen Platte verdünnt, und dass ihre Höhlung sich ebenfalls ungleichmässig verengert oder erweitert und an einzelnen Stellen ausbuchtet. Jedoch lässt sich ihre Form auch am ausgebildeten Organ noch ohne Mühe auf die des ursprünglichen hohlen Rohres zurückführen. Diese Veränderungen interessiren uns an dieser Stelle nicht näher. Anders verhält es sich mit der weiteren Gestaltung des ersten Hirnbläschens. Dasselbe zerfällt in zwei hinter einander gelegene Theile. Aus dem vorderen und — infolge der Scheitelkrümmung — unteren Stücke (Fig. 8 Hs) entsteht das Hemisphärenhirn oder Vorderhirn im engeren Sinne, das hintere obere Stück des Vorderhirnbläschens (Fig. 8 Z) liefert

als Zwischenhirn die Grundlage für den Sehhügel und die zu ihm gehörigen Theile, vor allem die sog. regio subthalamica, die Haubenregion des Sehhügels, und die hintere Hälfte des tuber cinereum.

In dieser Gestalt stellt das Organ den Typus für die ganze Wirbelthierreihe dar; die weitere Ausbildung der einzelnen Abschnitte ist eine verschiedene. Je höher ein Thier in der Thierreihe steht, um so grösser wird das Hemisphärenhirn im Verhältniss zu den übrigen Hirntheilen. Es überwächst das Zwischenhirn, dann das Mittelhirn, bis es schliesslich beim erwachsenen Menschen das übrige Gehirn derart überragt, dass man beim ersten Anblick fast gar nichts weiter wahrnimmt, als die alles Andere verdeckenden Hemisphären.

Die beiden Theile des ersten Hirnbläschens werden zunächst von einander durch eine Ausstülpung geschieden, welche knospenartig aus der unteren Hälfte der seitlichen Wand herauswächst (Fig. 8 A) und sich an ihrer Wurzel lang auszieht, sodass sie einen Stiel erhält, durch dessen Höhlung anfänglich der Hohlraum der Ausstülpung mit dem des Vorderhirnbläschens in Verbindung bleibt (Fig. 10). Die Höhlung des Stiels wie der Knospe verschwindet später. Der ursprünglich in der Richtung nach aussen hinten abgehende, später sich immer mehr nach vorn richtende Stiel (o) wird zum Sehnerven, aus der Ausstülpung (o') selber entstehen die dem Gehirn entstammenden Theile des Auges: Netzhaut und Aderhaut. Eine anfangs seichte Furche, welche jederseits vor der Wurzel der Augenknospe aufsteigt und, über die Decke des primären Bläschens quer hinüberlaufend, in die entsprechende Furche der anderen Seite übergeht, grenzt den Hemisphären- und den Zwischenhirnantheil des Vorderhirnbläschens von einander ab (Fig. 9 und 10 ee). In den Figuren 9 und 10 sehen Sie zwei longitudinale Durchschnitte durch ein soweit entwickeltes Gehirn in der Richtung der punktirten Linien x und xx der Fig. 8 geführt. Das Hemisphärenhirn (Hs) hat zu dieser Zeit — gegen Ende der vierten Woche — noch die Form einer einfachen Blase. Die beiden Hemisphären sind noch nicht von einander geschieden. Die Höhlung bildet einen unpaaren vorderen Ventrikel (a), welcher durch einen etwas verengten Hals (b) unmittelbar in den Hohlraum des Zwischenhirns, den späteren dritten Ventrikel (c) übergeht. Der letztere setzt sich bei d in

den Hohlraum des Mittelhirns, die Sylvi'sche Wasserleitung fort. Der Schnitt der Fig. 9 läuft oberhalb, der der Fig. 10 mitten durch die Abgangsstelle der Augenblase hindurch.

Indem die Hemisphärenblase stark nach oben, nach vorn und nach den Seiten auswächst, sich wie ein aufgeblasener Gummiballon ausdehnend, sondert sie sich immer deutlicher von der im Wachsthum zurückbleibenden Zwischenhirnblase ab. Gleichzeitig wird sie durch eine sagittal verlaufende Furche, welche oben von der Uebergangsstelle in das Zwischenhirn nach vorn und dann nach abwärts bis gegen die Verbindungslinie der Abgangsstellen beider Augenblasen hin zieht, in zwei neben einander liegende symmetrische Hälften getheilt. Diese Furche ist die Sichelfurche oder die Medianspalte des Gehirns, in sie hinein begiebt sich später der grosse Sichelfortsatz der harten Hirnhaut. Auf das unten an das Zwischenhirn angrenzende Stück der Hemisphärenblase, welches gerade zwischen den Abgangsstellen beider Augenblasen liegt und der ursprünglichen Endplatte entspricht (Fig. 8 e), geht die Sichelfurche nicht über. Dieses Stück bleibt ungetheilt und entwickelt sich zum unteren Theile der vorderen Wand des dritten Ventrikels und zum Trichter des tuber cinereum. Die Entstehung der Sichelfurche ist wohl nicht als eine Einsenkung der Wand aufzufassen, sondern sie wird bedingt durch das Zurückbleiben eines medianen Längsstreifens, bei gleichzeitigem starken Wachsthum der Seitentheile der Hemisphärenblase.

Fig. 11 zeigt in diesem Stadium denselben Durchschnitt wie Fig. 9. Durch das tiefe Einschneiden der Sichelfurche (f) ist der ursprüngliche vordere Ventrikel in drei Theile zerlegt worden, den unpaaren Rest a und die beiden Seitenventrikel a' a'. Die Oeffnungen, durch welche a jederseits mit a' in Verbindung bleibt, sind die Monro'schen Löcher (f M). Dieselben werden bei dem starken Auswachsen der Hemisphären verhältnissmässig immer enger, absolut dürften sie sich kaum wesentlich verkleinern. Wie Sie sehen, bilden die Monro'schen Löcher nur insofern eine unmittelbare Verbindung zwischen Seitenventrikeln und drittem Ventrikel, als der geringfügige unpaare Rest des ursprünglichen vorderen Ventrikels mit der Höhlung des Zwischenhirns, dem eigentlichen dritten Ventrikel, zu einem Hohlraum zusammenfliesst. Die Sichelfurche zieht, wie erwähnt, oben bis an den vorderen Rand des Zwischenhirns und geht hier in die beiden

Furchen über, welche Hemisphäre und Zwischenhirn jederseits von einander trennen (e e). Fig. 12 zeigt Zwischenhirn und Hemisphären von oben her gesehen mit den zusammenfliessenden drei Furchen e e und f.

Das weitere Wachsthum der beiden Hemisphärenbläschen geschieht nicht nach allen Seiten gleichmässig, sodass die vergrösserten Blasen wie ein Paar annähernd kugelförmiger aufgeblasener Ballons zu beiden Seiten des Zwischenhirns sich ausdehnten; vielmehr bleibt ein seitliches Wandstück der Blase und ein damit in Verbindung stehender quer von aussen nach innen verlaufender Streifen der unteren Wand im Wachsthum zurück. Es bildet sich somit eine Vertiefung als erste Anlage der Sylvischen Grube. Der der Ausdehnung derselben entsprechende Wandtheil, dessen Rinde später die Reil'sche Insel bildet, wird als Stamm des Vorderhirns bezeichnet und von dem den Stamm umgebenden Bogen als dem Mantel der Hemisphäre unterschieden. Die vertiefte Stelle liegt anfänglich am hinteren unteren Winkel der Hemisphärenblase (Fig. 13 f S). Ein kleiner Furchenast (a) dieser Vertiefung läuft in der Richtung nach vorn über die Wand der Hemisphäre hin und sondert so ein unterstes Stück derselben von dem grossen Reste ab. Das abgeschnittene Stück (Of) entwickelt sich zum Riechlappen und den mit ihm in unmittelbarer Verbindung stehenden Theilen. Die Hemisphäre ist in diesem Zustande höher als breit und erscheint gegen die bleibende Form um einen rechten Winkel verdreht. Demgemäss hat man die Stellen, aus denen die Hauptlappen des Grosshirns sich entwickeln, an anderen Orten zu suchen, als sie später liegen. Der Stirnlappen (F) liegt unmittelbar über dem Riechlappen, der Scheitellappen (P), am oberen vorderen Winkel des Bläschens, sieht gegenwärtig noch nach vorn, der Hinterhauptlappen (O) nach oben und der Schläfelappen (T) nach hinten.

Nunmehr schiebt sich die ganze Blase auseinander und wächst dabei von vorn nach hinten rings um die Sylvi'sche Grube herum, bis schliesslich das ursprünglich hinten gelegene Stück des Schläfelappens ganz nach unten vorn bis unter das hintere Ende des Riechlappens gelangt. Der Riechlappen selbst bleibt im Wachsthum stark zurück und wird von dem mächtig auswachsenden Stirnlappen weit überragt (Fig. 14). Auf diese Weise gelangt die Vertiefung der Sylvi'schen Grube ungefähr in die

Mitte der ganzen Blase; vor, über, hinter und unter ihr wölbt sich die Blasenwandung des Hemisphärenmantels wallartig stark nach aussen hervor.

Stirn- und Schläfelappen des Mantels, die anfänglich durch die ganze Höhe der Hemisphäre von einander getrennt waren (Fig. 13), sind jetzt zwar in unmittelbare Nähe von einander bis zur Berührung gelangt (Fig. 14), fliessen aber nicht mit einander zusammen, sondern bleiben durch einen tiefen Einschnitt getrennt. Der schmale Wandstreifen nämlich der unteren Wand der Hemisphärenblase, welcher von der unteren vorderen Ecke der Sylvi'schen Grube zur unteren vorderen Umgrenzung des Monro'schen Loches zieht (l. i. Fig. 13 und 14), hat sich nur unbedeutend mit erweitert und ist fast in einer Linie mit jener Umgrenzung geblieben. Dieser Streifen ist der Fuss der Insel. Gehen Sie von der Insel her auf diesem Streifen entlang, so kommen Sie nach der medianen Hemisphärenfläche, ohne erst, wie an jeder anderen Stelle, den Wall des Hemisphärenmantels übersteigen zu müssen, und gelangen unmittelbar unter das Monro'sche Loch und an dessen vorderen Begrenzung und hinter dem hinteren Rande des Riechlappens in die Medianspalte hinein. Die Grenzflächen des Mantelwalls treffen hier im rechten Winkel auf einander; nach vorn verläuft die untere Fläche des Stirnhirns in horizontaler, nach unten die vordere Fläche des Schläfehirns in verticaler Richtung. Letztere Fläche wölbt sich allerdings als Schläfepol des Gehirns convex ausgebuchtet nach vorn und verdeckt so beim ausgebildeten Gehirn den Inselfuss; ebenso wächst der Stirnlappen etwas nach unten, sodass er eine niedrige hintere Wand erhält, welche unten nach vorn in die untere Fläche des Lappens, oben nach hinten in die später zu schildernde vordere durchlöcherte Platte übergeht. Ueber den im Wachsthum zurückgebliebenen Wandstreifen hinweg läuft später die Arteria fissurae Sylvii; in den Einschnitt des Mantelwalls legt sich der scharfe Rand des kleinen Keilbeinflügels, der die Grenze zwischen vorderer und mittlerer Schädelgrube bildet und damit Stirn- und Schläfehirn von einander trennt. Denken Sie Sich in den Hohlraum der Hemisphäre hinein versetzt, so gelangen Sie auf der unteren Wand des Schläfehirns nach vorn gehend am Schläfepol an eine hohe Stufe, die Sie ersteigen müssen, um in den Stirnlappen hinein zu treten.

Der Hirnmantel beschreibt also um den Hirnstamm herum einen Kreisbogen, an welchem vorn unten ein Stück fehlt, ähnlich dem hohlen Rohre eines Aneroidbarometers. Alles was zum Grosshirn gehört, macht diesen Kreisbogen mit. Zerlegt man daher, von der Sylvi'schen Grube als Mittelpunkt ausgehend, das Grosshirn in eine Anzahl Sectoren, so sind diese trotz ihrer verschiedenen Richtung in ihrem wesentlichen Aufbau einander gleich. Es wird deshalb später genügen, die Schicksale zu betrachten, die ein einzelner solcher Sector erleidet. Weiter folgt aus der kreisförmigen Anlage des Grosshirns, dass ein jeder auf der Medianfläche senkrecht stehende Schnitt durch das Gehirn, in welcher Richtung er auch geführt werden mag, falls er nur nicht gerade die Unterbrechung des Bogens am Inselfuss trifft, aus zwei einander annähernd symmetrischen Stücken bestehen muss, sodass sich die einzelnen Theile des Querschnitts, Ventrikel, Adergeflecht, nucleus caudatus u. s. w., je nach der Richtung des Schnittes oben und unten, oder vorn und hinten wiederholen müssen. Ferner müssen zur Medianfläche senkrechte Schnitte, die, in welcher Richtung sonst immer, durch den Mittelpunkt des Bogens oder in nicht allzu grosser Entfernung davon geführt werden, einander sehr ähnlich sein. In der That ist Jemand, der nicht besonders geübt in der Beurtheilung eines Gehirnschnittes ist, oft schwer im Stande anzugeben, ob ein bestimmter Schnitt in verticaler oder horizontaler Richtung durch das Gehirn geführt ist.

Auch das Zwischenhirn hat sich zur selben Zeit nach hinten, unten und seitlich stark vergrössert, ist jedoch im Verhältniss zum Grosshirn bedeutend im Wachsthum zurückgeblieben. Das Monro'sche Loch ist nur unwesentlich oder gar nicht grösser geworden. Während dessen sind zwar gleichzeitig eine Anzahl anderer, später zu betrachtender Veränderungen am Gehirn vor sich gegangen. Ich bitte Sie indessen, von diesen vorläufig abzusehen und nur das Resultat der bisher geschilderten Vorgänge sich vorzustellen. Es würde in diesem Falle jede Hemisphärenblase mit dem Zwischenhirn nur durch einen ganz kurzen, dünnen, hohlen Stiel am Monro'schen Loch zusammenhängen. Würde man diesen Stiel durchschneiden, so erhielte man die Hemisphärenblase für sich. Die Innenfläche (Fig. 15) würde an der Stelle des Stiels das foramen Monroi selbst zeigen (Fig. 15 b). Ein Theil des

ursprünglichen unpaaren Hemisphärenbläschens, nämlich der in der Tiefe gebliebene Längsstreifen, der den Grund der Sichelfalte und die obere und vordere Umrahmung des Monro'schen Loches bildet, sowie die den unteren Theil der Vorderwand des dritten Ventrikels darstellende graue Endplatte bleiben bei einem derartigen Schnitte am Zwischenhirn zurück, mit dem sie räumlich nähere Beziehungen eingehen, als mit den Hemisphären selbst.

Vorn, oben und hinten oben vom Zwischenhirn legen sich die der Medianspalte zugekehrten Wände beider Hemisphären an einander und platten sich gegenseitig ab, sodass hier eine ebene mediane Fläche entsteht. Hinten unten liegt das Zwischenhirn und die darauf folgenden Hirntheile zwischen den medianen Wänden beider Hemisphären. Hier platten sich die Innenwand der Hemisphäre und die Aussenwand des Zwischenhirns, soweit dieselben hinter und unter dem Monro'schen Loche liegen, gegenseitig ab und legen sich dicht an einander an. Dadurch wird die ursprünglich seichte Furche zwischen Hemisphärenblase und Zwischenhirnblase (e e, Fig. 9—12) jederseits zu einer tiefen Spalte, deren Grund die hintere Wand des Monro'schen Loches bildet. Wie schon früher erwähnt, fliessen diese beiden Spalten über dem Zwischenhirn als Medianspalte des Grosshirns in eine zusammen. Die vorderen Hälften beider Schläfelappen bleiben von einander durch die sich zwischen sie einschiebenden Knochentheile des Türkensattels getrennt. Auf der linken Hälfte der Fig. 16 sehen Sie in diesem Stadium den den Fig. 9 und 11 entsprechenden Längsschnitt. Fig. 19 zeigt einen parallelen Schnitt etwas weiter nach oben, über dem Zwischenhirn. Hier sind nur die beiden in der Medianspalte an einander liegenden Hemisphärenblasen vom Schnitte getroffen. (Links und rechts gelten immer vom Beschauer.)

Wir kommen nunmehr zur Betrachtung derjenigen Bildungen, welche gleichzeitig mit der Entwickelung der Form der Grosshirnblase durch die Veränderungen der Wand derselben vor sich gegangen sind. Bisher hatten wir die Gehirnwand überall als gleichmässig dünn fingirt. Zunächst verdickt sich innerhalb des ganzen Gebietes der Sylvi'schen Grube der Boden derselben und springt hügelig in den Hohlraum des Seitenventrikels vor (Fig. 16 rechts c str). Diese Verdickung ist die Anlage des Streifen-

hügels. Weiter nach innen wachsend verengert derselbe den dem Hirnstamm entsprechenden mittleren Theil des Seitenventrikels zu einer schmalen Spalte (a″ Fig. 17 und 18), welche aussen vom Streifenhügel, innen von dem der Aussenwand des Zwischenhirns anliegenden Antheil der Innenwand der Hemisphäre eingeschlossen wird. Am Inselfuss erstreckt sich die Verdickung auch auf den zurückgebliebenen Wandstreifen, der von der Sylvi'schen Grube zur Medianfläche des Gehirns führt, und setzt sich auf die Innenfläche der medianen Hemisphärenwand selbst in die hintere Umgrenzung des Monro'schen Loches hinein fort. Es entsteht also ein knopfförmiger Vorsprung von der Ventrikelfläche des Inselgrundes, welcher auf dem Inselfusse entlang einen Wall bis an die hintere Umgrenzung des Monroschen Loches schickt. Gleichzeitig verdickt sich die Seitenwand des Zwischenhirns und engt den dritten Ventrikel zu einem Spaltraum ein. Diese Verdickung ist die Anlage des Sehhügels (Th Fig. 16—28). An der hinteren Begrenzung des Monro'schen Loches gehen beide graue Massen, Streifenhügel und Sehhügel, in einander über. Die Uebergangsstelle, der Stiel des Streifenhügels (st Fig. 15 und 18), ist die dünne primäre Verbindung beider Ganglien mit einander. Hinter derselben befindet sich zwischen ihnen erstens die Spalte zwischen lateraler Zwischenhirnwand und medianer Hemisphärenwand (e), sodann die mediane Hemisphärenwand selbst (g) und endlich noch der dem Seitenventrikel angehörige Spaltraum (a″) zwischen medianer Hemisphärenwand und Streifenhügel. Das zwischen den Ganglien liegende Stück der medianen Hemisphärenwand entspricht in seiner Ausdehnung der Sylvi'schen Grube; es ist auf Fig. 15 durch die punktirte Linie umgrenzt. Weiterhin verwächst dieses Wandstück g einerseits mit der Innenfläche des Streifenhügels, andererseits mit der lateralen Wand des Sehhügels (Fig. 20). Die Spalten a″ und e verschwinden und es tritt eine ausgedehnte secundäre Verschmelzung von Streifenhügel und Sehhügel ein.

Fig. 17 und 20 sind Horizontalschnitte in der Höhe des foramen Monroi in verschiedenen Stadien der Entwickelung. Sie schneiden ausser der Hauptmasse des Streifenhügels auch den medianwärts verlaufenden Wall desselben und seinen Stiel (st) am Uebergang in den Sehhügel. Fig. 18 ist ein paralleler Schnitt unmittelbar über dem Monro'schen Loch. Derselbe zeigt das

Mittelhirn, dessen obere Wand noch getroffen ist, von den beiden Hemisphären völlig getrennt. Schneidet man noch etwas höher, über dem oberen Rande der Sylvi'schen Grube, so erhält man das Bild der Fig. 19. Fig. 22 zeigt die gleichen Verhältnisse an einem frontalen Schnitte hinter dem foramen Monroi.

Wir wollen nun die Form, die Vorder- und Zwischenhirn jetzt angenommen haben, noch einmal im Ganzen betrachten. Der ursprünglich die ganze Hemisphärenblase einnehmende Hohlraum des Seitenventrikels ist zu einem kreisförmig gebogenen Rohre geworden, welches sich um die mit einander verwachsenen Ganglien des Streifen- und Sehhügels als transversale Axe herumzieht, vor dem Streifenhügel von der unteren Fläche des Stirnlappens her nach oben aufsteigt, sich über ihm nach hinten begiebt, hinter ihm nach unten umbiegt und unter ihm wieder zum Schläfepol hin nach vorn zurückläuft, ohne wieder mit dem vorderen Stücke in Communication zu treten, da ja hier der Streifenhügel nicht nur mit der lateralen und medianen Wand der Hemisphäre, sondern auch mit dem zurückgebliebenen Wandstreifen am Fusse der Insel zusammenhängt und auf ihm aufruht. Fig. 21 zeigt diese Verhältnisse an einem seitlich von der Medianebene geführten Sagittalschnitte.

Das Zwischenhirn stellt ein keilförmiges, vorn zugespitztes, hinten sich verbreiterndes Zwischenstück zwischen beiden Hemispären dar (Fig. 20 im Horizontalschnitt), dessen Seitenflächen mit den medianen Flächen der Hemisphären verwachsen sind. In demselben befindet sich als Rest des ursprünglichen mittleren Ventrikels ein spaltförmiger Hohlraum, der hinten durch eine Oeffnung (d) in die Höhlung des Mittelhirns, die Sylvi'sche Wasserleitung führt, vorn durch zwei seitliche Oeffnungen, die Monro'schen Löcher (f M) mit dem Hohlraum der Hemisphären, den beiden Seitenventrikeln in Verbindung steht. Die obere Wand des Zwischenhirns bildet seitlich jederseits, unmittelbar an die Hemisphäre angrenzend, die obere Sehhügelfläche, die sich medianwärts soweit erstreckt, wie die Verdickung der Zwischenhirnwand selbst. Die obere Sehhügelfläche ist also ein Theil der Aussenwand des Gehirnrohrs und demgemäss von der weichen Hirnhaut überzogen. Der mittlere Streifen der oberen Zwischenhirnwand, der den dritten Ventrikel deckt, bleibt zart und dünn und verwandelt sich in eine einfache Epithellage. Die-

selbe geht nach vorn in die vordere Wand des Ventrikels über, welche in ihrem oberen Theile durch den in der Tiefe der Sichelfurche zurückgebliebenen Längsstreifen des ursprünglichen unpaaren Vorderhirnbläschens, in ihrem unteren Theile durch die bei der Theilung des Vorderhirnbläschens unbetheiligt gebliebene graue Endplatte gebildet wird. Hinten entsteht aus der Decke des dritten Ventrikels, bevor dieselbe in die obere Wand des Mittelhirns übergeht, eine Ausstülpung, aus welcher sich die Zirbeldrüse entwickelt. Die hintere Wand des Zwischenhirns geht mit ihrem Mittelstücke in das Mittelhirn über. Das Seitenstück der hinteren Wand wölbt sich jederseits stark nach hinten vor, sodass es vom Mittelhirn medianwärts, von der medianen Hemisphärenwand lateralwärts durch Furchen getrennt bleibt. Es sieht frei nach hinten und bildet das Pulvinar des entsprechenden Sehhügels. Die Pulvinaroberfläche ist also auch Aussenfläche des Hirnrohrs; sie bildet die unmittelbare Fortsetzung der oberen Sehhügelfläche.

Gestatten Sie mir an dieser Stelle auch die Sonderung der unteren Zwischenhirnwand gleich bis zur bleibenden Gestaltung zu verfolgen (Fig. 33). Diese Wand liegt zwischen den beiden Schläfelappen des Grosshirns und geht in Folge der Verwachsung der medianen Hemisphärenwand mit der äusseren Zwischenhirnwandung in stumpfen Winkeln in die medianen Flächen der Schläfelappen über. Den hintersten Antheil der unteren Zwischenhirnfläche bilden, vom Pulvinar (pu) von oben her überragt, jederseits zwei neben einander liegende Vorsprünge, der mediane und laterale Kniehöcker (auf der Figur nicht sichtbar). Aus ihnen und aus dem Pulvinar entwickelt sich ein weisser Markstreifen (t o), welcher genau auf der Grenze zwischen Schläfelappen und unterer Zwischenhirnfläche nach vorn läuft. Die Streifen beider Seiten nähern sich in Folge der keilförmigen Gestalt des Zwischenhirns einander mehr und mehr. Sie sind nichts anderes, als die Tractus optici, die nach vorn in das Chiasma (ch) übergehen, in welches von der anderen Seite her die Fasern der beiden Sehnerven (n o) sich einpflanzen. Das Chiasma entsteht als eine Verdickung der unteren Wand des ursprünglichen Vorderhirnbläschens und gehört, wie das ganze vorderste Stück des Zwischenhirns, eigentlich nicht diesem, sondern dem Hemisphärenhirn an. Zwischen den beiden sich vorn vereinigenden Sehstreifen stülpt

sich der Boden des Zwischenhirns nach unten aus. Die verdickten Wände dieser Ausstülpung bilden das tuber cinereum (Fig. 34 t c), welches sich nach abwärts in einen langen hohlen Stiel, den Trichter (inf. Fig. 34; in Fig. 33 abgeschnitten), fortsetzt. Unmittelbar hinter dem Trichter ragt jederseits aus der dicken Seitenwand des Tuber nach abwärts ein halbkugelförmiger weisser Körper heraus, das corpus mamillare (c m). Ganz unten ist mit dem Trichter die von der Rachenwand her stammende, in der Vertiefung des Türkensattels verborgene Hypophyse, der Hirnanhang (g th), verwachsen. Der zwischen den corpora mamillaria vorn, den Sehstreifen seitlich und den Kniehöckern sowie dem vorderen unteren Rande des Mittelhirns hinten frei bleibende Raum wird von unten her zum grössten Theile durch die beiden Hirnschenkel (P) verdeckt, welche hinten unten neben einander liegend und nach vorn und oben im spitzen Winkel auseinander weichend, ihre Fasern zwischen Sehstreifen und Sehhügel in die Hemisphäre eindringen lassen. Zwischen den inneren Rändern der Hirnschenkel und den corpora mamillaria bleibt nur ein kleines dreieckiges Stück der ursprünglichen unteren Wand der Zwischenhirnblase frei, welches sich nicht wesentlich verdickt und, von zahlreichen Gefässen durchbohrt, als Lamina perforata posterior (l p p) den dritten Ventrikel hier von unten her begrenzt. Dieses Wandstückchen ist der am höchsten gelegene Punkt der unteren Wand des Zwischenhirns, die in ihrer bleibenden Gestalt eine trichterförmige Vertiefung bildet, welche sich zwischen die hintere Fläche des Infundibulums vorn, die beinahe senkrecht von unten und nur wenig von hinten her aufsteigenden Hirnschenkel hinten, und die Schläfelappen seitlich nach oben hineinzieht.

Die Innenflächen beider Sehhügel, die den Spaltraum des dritten Ventrikels seitlich begrenzen, fliessen in ihrer Mitte zusammen und bilden so eine Commissur beider Hirnhälften, die commissura media oder mollis (c ml Fig. 34). Dieselbe ist nicht rein grau, sondern enthält eine geringe Anzahl von einer Seite zur anderen hinübertretender markhaltiger Nervenfasern. Der dritte Ventrikel gewinnt dadurch die Gestalt eines von den Seiten her abgeplatteten Ringes, an den sich vorn unten gegen den Trichter zu eine in derselben Richtung breit gedrückte Platte mit einer langen unteren Spitze, dem Trichterhohlraum, ansetzt.

Um die Beschreibung des dritten Ventrikels zu vervollständigen, will ich noch erwähnen, dass an seinem oberen Rande dicht vor dem Beginne des Mittelhirns sich jederseits ein kleines Knötchen, das Ganglion habenulae befindet, von dem aus je ein weisser Markstreifen, der Zirbelstiel, nach innen zur Zirbeldrüse, und ein zweiter, die Habenula, am oberen Rande des Ventrikels nach vorn verläuft. Vom Eingang in das Mittelhirn läuft nach vorn unter der mittleren Commissur bis zum Monro'schen Loche jederseits eine seichte Furche, welche die Grenze zwischen dem eigentlichen Sehhügel und der Region des tuber cinereum markirt.

Wir wollen nunmehr zu dem Schicksal der Hemisphäre zurückkehren und einen Frontalschnitt durch das Gehirn in der Gegend hinter dem Monro'schen Loche betrachten, in der Gegend der secundären Verwachsung des Hemisphären- und Zwischenhirns. Die nach vorn und hinten aus der Ebene des Schnittes ausweichenden Fasern, welche man in Wirklichkeit niemals an einem einzelnen Schnitte ihrer ganzen Länge nach verfolgen kann, wollen wir uns, soweit sie sich nicht allzu stark gegen die Schnittebene neigen, in diesen schematischen Schnitt zusammengeschoben denken. Fig. 22 zeigt einen solchen Schnitt in einem frühen Stadium der Entwickelung. Links fängt der Streifenhügel eben an nach innen hervorzuwachsen und den mittleren Theil des Seitenventrikels zu verengen. Rechts hat die Verwachsung zwischen Streifenhügel, medianer Hemisphärenwand und Zwischenhirn schon stattgefunden, und die transversale Axe der Ganglien hat sich gebildet. Auf der Figur ist die Zusammensetzung derselben aus den ursprünglichen drei Theilen noch angedeutet. Sie erkennen daran, dass die Verwachsung zwischen Sehhügel (Th) und Hemisphärenwand (g) nach oben etwas ausgedehnter ist, als diejenige zwischen der letzteren und dem Streifenhügel (c str). Auf diese Weise gelangt scheinbar das äussere Stück der oberen Sehhügelfläche in den Seitenventrikel hinein, und der Hemisphärensaum (fx) scheint sich mitten in die obere Sehhügelfläche einzupflanzen. Sehr deutlich tritt an diesem Frontalschnitte die Aehnlichkeit mit dem Horizontalschnitte der Fig. 18 hervor. Nur sind statt Stirn- und Hinterhauptlappen auf dem Frontalschnitte Scheitel- und Schläfelappen geschnitten. Bei beiden Schnitten besteht jede Hälfte aus zwei vor- bezw. übereinander liegenden, annähernd symmetrischen Stücken.

Die der Medianspalte zugekehrte Wand einer jeden Hemisphäre stülpt sich unmittelbar vor und über dem Monro'schen Loche und, hinter demselben, unmittelbar am Rande (fx Fig. 24) ihres mit dem Zwischenhirn verwachsenen Antheils nach innen ein, und bildet so eine Furche, deren Grund als Wölbung in den Seitenventrikel hineinragt (Fig. 23, linke Hälfte ch). Diese Furche, die den Namen der Adergeflechtsfurche trägt, legt sich schon zu sehr früher Zeit an und wächst mit der Hemisphäre rings um den Sehhügel herum; unter dem Sehhügel gelangt sie bis gegen die Spitze des Schläfelappens hin, von der sie am erwachsenen Gehirn um etwa 5 cm entfernt bleibt. Auf Fig. 25, die das Bild der Fig. 17 auf einem späteren Punkte der Entwickelung wiedergiebt, zeigt die schwarz umrandete weisse Linie ch die Ausdehnung der Furche. Innerhalb des Seitenventrikels faltet sich die Ausstülpung mehrere Male (Fig. 23, rechts). Später wachsen aus der das Gehirn umgebenden weichen Hirnhaut Bindegewebe und Gefässe in die Furche hinein. Indem an der Umschlagsstelle die beiden Kanten der Ausstülpung sich dicht an einander legen und der ganze Hohlraum der Furche durch das Bindegewebe und die Gefässe vollständig ausgefüllt wird, wird die Ausstülpung zu einem soliden Gewebsstücke, welches seiner ganzen Länge nach an der Stelle, wo die mediane Hemisphärenwand an das Zwischenhirn herantritt, an diesem angeheftet erscheint. Das Gewebsstück ist das Adergeflecht des Seitenventrikels. Die Wand der Hemisphärenblase bleibt auf dem Plexus chorioideus nur in Gestalt eines einschichtigen Epithels erhalten. Am oberen vorderen Ende der Adergeflechtsfurche, unmittelbar vor dem Monro'schen Loche, geht der Inhalt der Epitheltasche, der eigentliche bindegewebige Plexus, in einem hufeisenförmigen Bogen aus der einen Hemisphäre in die andere hinüber (ch'' Fig. 20 im Längsschnitt).

Ein ganz analoger Vorgang spielt sich an der Decke des dritten Ventrikels ab (Fig. 24 ch m). Hier bildet sich der ganzen Länge der Decke nach in der Mittellinie eine sich mehrfach einfaltende Einbuchtung in den dritten Ventrikel hinein, die ebenfalls von dem Ueberzuge der weichen Hirnhaut her mit Bindegewebe und Gefässen ausgefüllt wird. Die eingefaltete Decke des Zwischenhirns selbst bleibt, ganz in gleicher Weise wie über dem Adergeflecht des Seitenventrikels, nur als einschichtiger

Epithelüberzug dieses Plexus chorioideus medius, des Adergeflechts des dritten Ventrikels, erhalten. Vorn geht der Plexus in das bogenförmige Verbindungsstück der beiden seitlichen Geflechte unmittelbar über. Nach den Seiten hin hängt er mit jenen nur mittelbar, durch die die Oberfläche des Sehhügels überziehende weiche Hirnhaut zusammen.

Die Adergeflechte leiten das venöse Blut aus dem Innern des Gehirns ab. Die gesammten Venen eines jeden Plexus lateralis vereinigen sich schliesslich zur Vena magna cerebri. Beide Venae magnae treten, vor dem Monro'schen Loche einwärts ziehend, in den Plexus medius ein, und fliessen hier häufig zu einem Stamme, der Vena magna Galeni zusammen. Letztere läuft im mittleren Plexus nach hinten, um über dem Mittelhirn in den geraden Blutleiter der harten Hirnhaut überzugehen. Arterielle Zweige erhalten die seitlichen Geflechte unmittelbar, das mittlere durch die Gefässlöcher der Lamina perforata posterior hindurch aus der Arteria cerebri profunda.

Die beiden seitlichen Adergeflechte mit ihren Venen gehen also, wie ihre Entstehungsgeschichte zeigt, nicht durch die Monro'schen Löcher hindurch, sondern gehen vor ihnen durch die Ebene der Vorderhirnwand. Das Plexussystem befindet sich in seiner ganzen Ausdehnung ausserhalb der Hirnhöhlen und liegt der äusseren Gehirnwand an. Durch die Einbuchtungen dieser äusseren Wand gelangt es zwar räumlich, aber nicht materiell in den Hohlraum der Ventrikel hinein, von dem es überall durch das einschichtige Epithel, welches aus der ursprünglichen Gehirnwand entstanden ist, getrennt bleibt. Zieht man den seitlichen Plexus aus dem Ventrikel heraus, so reisst die dünne Epithelschicht an ihrem Ansatze an die Gehirnwand ab, und es entsteht an Stelle der ursprünglichen Furche eine künstliche Spalte in der Gehirnwand. Diese Spalte hat man in ihrem Schläfeantheil, wo durch dieselbe der Seitenventrikel mit dem äusseren Raum in Communication zu treten schien, den Längsschlitz des Gehirns genannt.

Während bis jetzt die Veränderungen der elementaren Bestandtheile der Gehirnmasse nicht berücksichtigt zu werden brauchten, können wir für das Verständniss der weiteren Ausbildung der Form des Gehirns die Betrachtung der geweblichen Entwickelung nicht entbehren. Anfänglich besteht das Gewebe

des Gehirns, wie dasjenige des ganzen Körpers aus rundlichen Zellen, welche ohne eine Zwischensubstanz eng an einander liegen. Ein Theil der Zellen wird zur Bildung des verhältnissmässig spärlichen Zwischengewebes der Neuroglia gebraucht, die anderen verwandeln sich in Ganglienzellen. Eine jede Ganglienzelle entsendet, nach einer Richtung hin auswachsend, einen Theil ihrer Masse in Form eines feinen Fadens als Axencylinder. Die Axencylinderfortsätze umgeben sich in einem sehr späten Stadium der Entwickelung mit einer Myelinhülle und werden so zu markhaltigen Nervenfasern. Ich habe Ihnen schon ausgeführt, dass diese Markumhüllung die Ursache der weissen Farbe der eigentlich so genannten Markmasse des Nervensystems ist, während das verhältnissmässig spärliche Auftreten von markhaltigen Nervenfasern in der Hirnrinde und den Ganglien den grauen Farbenton zu Stande kommen lässt, den deren Substanz zeigt. Indessen lässt sich ein Farbenunterschied zwischen grauer und weisser Substanz auch schon vor der Markscheidenbildung erkennen.

Gestatten Sie mir, auch hier wiederum daran zu erinnern, dass die verschiedenen theils geschilderten, theils noch zu schildernden Vorgänge sich in der Wirklichkeit nicht so nach einander vollziehen, wie ich sie Ihnen hier vorführe, sondern dass auch das Auswachsen der Ganglienzellen und damit das Auftreten von Nervenfasern schon in sehr früher Zeit der Entwickelung seinen Anfang nimmt.

Aus dem Gewirre der markhaltigen Nervenfasern ist zunächst ein Bündel besonders hervorzuheben, welches von besonderer Wichtigkeit für die äussere Gehirnform erscheint, nämlich das Gewölbe. Dasselbe bezieht seine Fasern aus Zellen derjenigen Rindenparthie, welche der Adergeflechtsfurche zunächst benachbart ist, insbesondere aus dem Schläfelappen; jedoch schliessen sich auch Nervenfasern aus den oberhalb des Zwischenhirns gelegenen Rindentheilen dem Zuge der Gewölbefasern an, die, um zu ihm zu gelangen, wie sich ergeben wird, durch die Balkenfaserung hindurchtreten müssen. Das Gewölbe (f) beginnt jederseits als ein ganz dünnes Faserblatt im Schläfelappen in der Gegend des unteren vorderen Endes der Adergeflechtsfurche (Fig. 25 hinter U) und läuft von hier, immer dicker werdend, nach hinten und, hinter dem Sehhügel angelangt, nach oben. Das untere Verlaufsstück im Schläfelappen führt den Namen der Fimbria, die auf

beiden Seiten des Hirnstammes aufsteigenden und sich nach oben zu einander immer mehr nähernden Bündel heissen die hinteren Schenkel des Gewölbes. Während ihres Aufsteigens nehmen die hinteren Schenkel des Gewölbes mehr und mehr an Breite zu und stossen dadurch schliesslich in der Höhe der oberen Sehhügelfläche mit ihren inneren Rändern an einander an, um von hier ab fest mit einander zu verschmelzen und sich dem mittleren Adergeflechte dicht aufzulagern. Das gemeinschaftliche Stück läuft als Körper des Gewölbes nach vorn bis zur vorderen Umrandung des Monro-schen Loches. Hier trennt sich das Gewölbe wieder in seine beiden seitlichen Hälften, welche als seine vorderen absteigenden Schenkel oder Säulen sich etwas von einander entfernen, vor dem verbindenden Bogen der beiden seitlichen Adergeflechte nach abwärts laufen, unter diesen die bleibende vordere Umrandung der Monro'schen Löcher bilden, und schliesslich, sich wiederum etwas nach hinten zurückkrümmend, jederseits in die Masse des Tuber cinereum eindringen und in der weissen Markhülle der Corpora mamillaria endigen.

Während seines ganzen Verlaufs, mit Ausnahme des letzten, dem Zwischenhirn angehörenden Stückes, schliesst sich das Gewölbe mit seinem lateralen Rande unmittelbar dem hemisphärenwärts gelegenen Saume der Adergeflechtsfurche an und legt sich mit diesem Saume auf die obere und hintere Fläche des Sehhügels auf (vergl. Fig. 24).

Von dem Endpunkte des Gewölbes, dem Corpus mamillare, gehen eine Anzahl von Faserbündeln in das Zwischenhirn hinein. Das stärkste dieser Bündel, welches nach oben und etwas nach vorn zum vorderen Kern des Sehhügels aufsteigt, hat den Namen des aufsteigenden Schenkels des Gewölbes erhalten. Derselbe steht jedoch mit dem absteigenden Schenkel in keiner directen Verbindung.

Man hat bisher meist angenommen, dass das Monro'sche Loch ursprünglich sich über die ganze Fläche ausgedehnt habe, welche später der Sehhügel einnimmt, und dass dasselbe erst durch das Hineinwuchern des Seh- und Streifenhügels von vorn und unten her verengt worden sei. Die auf diese Weise zwischen der oberen, hinteren und unteren Kante des Sehhügels und dem Uebergangssaum der Hemisphärenblase in das Zwischenhirn übrig bleibende Spalte werde dadurch ausgefüllt, dass das aus diesem Uebergangssaum entstehende Gewölbe sich auf den Sehhügel auflege und nur am vorderen oberen Umfange des Sehhügels einen Rest der Spalte als bleibendes Foramen Monroi übrig lasse. Somit bezeichne das Gewölbe dauernd die Stelle, an welcher Hemisphäre und Zwischenhirn in einander übergingen, den Abschnürungssaum des Vorderhirns. Man muss, wenn man dieser Auf-

fassung folgt, annehmen, dass die Decke des dritten Ventrikels sich nicht an der oberen inneren Kante des Sehhügels anheftet, sondern oberhalb der oberen Sehhügelfläche nach aussen zieht, um in den lateralen Rand des Gewölbes überzugehen. Die obere Sehhügelfläche wird dann Innenfläche des Gehirnrohrs, und der Seitenventrikel bekommt rechtwinklig zu seinem verticalen Spaltraum noch einen horizontalen spaltförmigen Ast, der sich über die oberen Sehhügelflächen hinzieht, gewinnt also im Durchschnitt eine T-Form. Die Schwierigkeit dieser Auffassung tritt hervor, sobald man versucht, die hintere Grenze dieses oberen Ventrikeltheils zu finden. Man muss annehmen, dass derselbe sich jederseits zipfelförmig neben dem Mittelhirn um das Pulvinar des Sehhügels herum nach unten zieht, dann dem Sehstreifen folgt und unter dem Zwischenhirn so weit nach vorn verläuft, als die Adergeflechtsfurche der Hemisphäre im Schläfelappen.

Durch die His'schen Untersuchungen dürfte diese Auffassung als widerlegt und die aus ihr sich ableitenden, vorher nur zum Theil angedeuteten Schwierigkeiten als beseitigt gelten. Das Gewölbe tritt danach, wie vorher geschildert, erst vorn unterhalb des Monro'schen Loches in das Zwischenhirn, und zwar in das Tuber cinereum hinein, während seines ganzen übrigen Verlaufs liegt es inmitten des Hemisphärenhirns. Von dem Uebergangssaum zwischen Hemisphärenblase und Zwischenhirn, der oberen und hinteren Umrandung des Monro'schen Loches — die vordere Umrandung desselben gehört ausschliesslich dem Hemisphärenhirn an — bleibt das Gewölbe durch jenes Blatt (g) der medianen Hemisphärenwand getrennt, welches, zwischen Seh- und Streifenhügel gelegen, erst nachträglich mit diesen beiden verwuchs. Dagegen ist das Gewölbe dadurch für die Vorstellung der Gehirngliederung und die Orientirung von Bedeutung, dass es am ausgebildeten Gehirn überall die Stelle bezeichnet, an der die graue Hirnrinde aufhört.

Durch das Auswachsen der Ganglienzellen der Hemisphärenwandung in Nervenfasern von der einen Seite her, durch das Hineindringen von Nervenfasern aus den Zellen des Zwischenhirns und noch tiefer gelegener Theile des centralen Nervensystems von der anderen Seite her wird die ursprünglich weite Höhlung des Seitenventrikels mehr und mehr eingeengt und schliesslich auf jenen geringen Raum beschränkt, den sie im Gehirne des Erwachsenen einnimmt (a und a' Fig. 23).

Fig. 26 zeigt die Form des ausgebildeten Ventrikels im Längsschnitt. Derselbe zieht sich als ein breites, flaches Band rings um den Streifenhügel herum, indem er vor ihm im Stirnlappen als Vorderhorn (v) emporsteigt, über ihm im Scheitellappen als cella lateralis (c l) nach hinten läuft, hinter ihm als absteigender Theil (a) zum Schläfelappen sich hinab begiebt und in diesem als Unterhorn (u) nach vorn gegen den Schläfepol

eilt. An dem sich stark nach vorn wölbenden Kopf des Streifenhügels im Stirnhirn zieht sich das Vorderhorn auch auf dessen medianer Fläche eine Strecke nach hinten entlang. Aus dem absteigenden Theil entspringt als ein von rechts nach links zusammengedrückter, schnell sich verkleinernder Zipfel das den Hinterhauptlappen aushöhlende Hinterhorn (h).

Das Vorderhorn des Seitenventrikels liegt am weitesten medianwärts. Es ist nur durch ein dünnes durchscheinendes Wandstück der medianen Hemisphärenwand, das septum pellucidum (s p Fig. 24 und 25), von der Medianspalte getrennt. Auf dem Wege zum Schläfelappen gelangt der Ventrikel immer weiter lateralwärts. Cella lateralis, absteigender Theil und der grösste Theil des Unterhorns sind auf ihrer medianen Seite nur durch die Anheftung des seitlichen Adergeflechts von dem äusseren Raum getrennt. Der vorderste Theil des Unterhorns und das Hinterhorn sind allseitig von Hirnmasse umgeben.

Die obere und die untere Kante des Hinterhorns sind nach der medianen Seite hin übergebogen, sodass das Horn im Frontalschnitt etwa einen Halbmond bildet; die hintere Spitze nähert sich der medianen Fläche.

Die Nervenfasern der Grosshirnhemisphäre sind, was ihre Verlaufsweise anbetrifft, von dreierlei Art. Die einen, die sog. Associationsfasern, nehmen ihren Anfang und ihr Ende in Rindenparthien derselben Hemisphäre. Sie bleiben in ihrem ganzen Verlaufe entweder innerhalb der Rinde selbst, oder doch innerhalb der Markmasse einer Seite und berühren daher die Art und Weise der weiteren Entwickelung der Gehirnform nicht. Wir können sie vorläufig als Füllung des Raumes zwischen Hirnrinde und Ventrikelwand betrachten. Die zweite Art der Nervenfasern sind die Projectionsfasern, also diejenigen, die in der Richtung: Hirnrinde—Zwischenhirn—Körper, oder umgekehrt wachsen. Auf Fig. 23 sehen Sie links die Wachsthumsrichtungen solcher Fasern angegeben. Diese Fasern treffen auf ihrem Wege nach abwärts oder nach aufwärts auf den ihnen in den Weg tretenden Streifenhügel und müssen, um an ihr Ziel zu kommen, mitten durch denselben hindurchbrechen. Die von unterhalb des Zwischenhirns stammenden (oder dort endigenden) Fasern treten im Fusse des Hirnschenkels aus dem Mittelhirn heraus, laufen, wie Sie gesehen haben, auseinanderweichend nach oben, vorn und lateralwärts

und brechen zwischen der unteren Fläche des Zwischenhirns und dem Schläfelappenantheil der Adergeflechtsfurche in die Hemisphäre ein. Auf ihrem Wege zur Rinde nehmen sie die Fasern aus dem Zwischenhirn mit, die nach aussen aus dem Sehhügel heraustretend, sich ihnen anschliessen und mit ihnen verflechten.

Existirte nun der Streifenhügel nicht, oder wäre er nicht mit dem Sehhügel verwachsen, so könnte sich die Sache sehr einfach gestalten. Die aus dem Hirnschenkel unter dem Sehhügel in die Hemisphäre eingetretenen Fasern brauchten nur büschel- oder pinselförmig nach allen Seiten auseinanderzufahren, um zur Rinde zu gelangen. Aber hier stellt sich ihnen zwischen Sehhügel und Rinde der Streifenhügel in den Weg, welcher, wie Sie gesehen haben, aussen mit dem Grunde der Sylvi'schen Grube und an seinem unteren inneren Winkel mit dem Inselfusse verwachsen ist, im Uebrigen aber nach vorn, oben, hinten und unten frei in den Ventrikel hineinschaut. Die Projectionsfasern brechen nun nicht etwa so durch den Streifenhügel in seiner Mitte durch, dass sie ihn in einen Ring verwandelten, sie gleiten auch nicht rings an seiner Fläche entlang, sodass sie ihn ganz zwischen sich nähmen, und so ihrerseits der Ventrikelwand sich anlagerten, vielmehr sprengen sie rings herum, vorn, oben, hinten und unten den an den Ventrikel grenzenden peripheren Randstreifen des Ganglions von seinem Mittelstück los. (Fig. 23, rechts.) Das äussere, losgesprengte, ringförmige Stück ist der Schwanzkern, das in der Tiefe inmitten der Projectionsfaserung verborgene Stück der Linsenkern. Der Schwanzkern zieht um den Linsenkern in einem grossen Bogen herum. Wollen Sie Sich nun daran erinnern, dass der Hemisphärenbogen kein geschlossener Kreis ist, sondern vorn unten zwischen Stirn- und Schläfeende einen tiefen Einschnitt hat. Nach diesem Einschnitte streben keine oder doch nur verschwindende Mengen von Projectionsfasern, und daher findet auch hier kein solcher Durchbruch statt. Schwanzkern und Linsenkern gehen hier unmittelbar in einander über. In Fig. 28 sehen Sie die Form des ganzen Streifenhügels, Linsenkern und Schwanzkern im Zusammenhange. So wird die Form der durch den Streifenhügel hindurchtretenden Projectionsfaserung aus der eines Büschels zu der eines Trichters, an welchem vorn unten ein Streifen herausgeschnitten ist. Auch sonst bleiben, durch die ganze Durchbruchsstelle verstreut, Brücken

grauer Substanz zwischen Linsenkern und Schwanzkern erhalten, die, um bei dem Vergleiche zu bleiben, als Löcher der Trichterwand erscheinen. Die ganze Parthie der Projectionsfaserung, vom Eintritt in die Hemisphäre an bis zum Austritt in die grosse Markmasse, führt den Namen der inneren Kapsel. Fig. 27 zeigt diese Verhältnisse auf einem der Fig. 21 entsprechenden Sagittalschnitte. Die Ebene dieses Schnittes ist der Medianebene nicht genau parallel, vielmehr ist ihr hinteres Stück etwas nach aussen, ihr oberes etwas nach innen geneigt. In diesem Falle schneidet sie den Schwanzkern seiner ganzen Länge nach, und die ganze Faserung der inneren Kapsel im Querschnitt. Der Schwanzkern beginnt im Vorderhorn des Seitenventrikels als ein mächtiger breiter, bis nahe an die Medianebene reichender Kopf und verschmälert sich auf seinem Wege zum Schläfelappen immer mehr, sodass er im Unterhorn nur noch einen ganz dünnen Streifen grauer Substanz darstellt. Dabei entfernt er sich in Folge der Verbreiterung des Sehhügels immer weiter von der Medianebene. Der Linsenkern ist ein ziemlich unregelmässiger schiefer Kegel, dessen Grundfläche nach aussen gegen die Sylvi'sche Grube sieht, dessen Spitze nach innen und etwas nach unten und hinten in die auseinanderfahrende Faserung des Hirnschenkelfusses sich hineinerstreckt. Der Linsenkern erscheint deshalb auf allen Durchschnitten, die vertical zur Medianebene stehen, dreieckig. Die einzelnen Theile der inneren Kapsel, ihre nach vorn, nach oben, nach hinten und unten ausstrahlenden Bündel gehen ganz allmählich, ohne scharfe Begrenzung in einander über. Ein vorderer und hinterer Schenkel der inneren Kapsel existirt in Wirklichkeit daher nicht; der Anschein einer solchen Trennung tritt erst auf dem Horizontalschnitte hervor. Man könnte eben so gut auf dem Frontalschnitte (Fig. 23) einen oberen und unteren Schenkel der inneren Kapsel unterscheiden.

Die Faserung des Hirnschenkelfusses tritt nicht gerade von der Mittellinie her senkrecht zur Medianebene in die Hemisphäre ein, sodass die einzelnen Fasern unter annähernd gleichen Winkeln nach den verschiedenen Richtungen in die innere Kapsel abbiegen könnten. Eine der Längsrichtung des Hirnschenkels parallele Linie würde vielmehr stark von unten nach oben und nur wenig von innen und hinten nach aussen und vorn verlaufen. Eine solche durch den Hirnschenkel in seiner Längsrichtung gelegte

Linie würde die Rinde der convexen Gehirnoberfläche in der Gegend des hinteren oberen Stirnlappenantheils treffen. Die zu diesem Rindentheil ziehenden Projectionsfasern (Fig. 28 f) laufen in der inneren Kapsel und auch im Stabkranz annähernd geradlinig. Die zu den weiter nach vorn und unten gelegenen Parthien der Stirnhirnrinde ziehenden Fasern (f') biegen aus der Hirnschenkelrichtung etwas nach vorn und unten, die zum Scheitellappen (p) ziehenden nach hinten und oben ab. Die Fasern für den Hinterhauptlappen (o) ziehen in stark gekrümmten Bogen um das absteigende Stück des Schwanzkerns herum und werden gegen die Hirnschenkelrichtung rückläufig. Der Schläfelappenantheil (t) endlich biegt lateralwärts und etwas nach vorn und unten ab.

Fig 23 zeigt auch, wie sich die graue Substanz des Linsenkerns von der grauen Rinde der Insel abgelöst hat, indem eine Schicht markhaltiger Nervenfasern (c e) zwischen diese beiden Theile des ursprünglichen, durch die Verdickung der Hemisphärenwand gebildeten Streifenhügels sich hineingedrängt hat. Diese Nervenfaserschicht führt den Namen der äusseren Kapsel des Linsenkerns. Sie besteht wesentlich aus Associationsfasern und ist mit der inneren Kapsel nur dem Namen nach verwandt. In Folge dieser Ablösung wird die laterale Fläche des Linsenkerns zu einer nach aussen gewölbten. Der Streifenhügel bleibt nur in der Gegend des Inselfusses über dem hinteren Ende des Riechlappens mit der Hemisphärenrinde in Verbindung. Doch werden Sie sehen, dass auch hier eine ganz dünne lateral mit der äusseren Kapsel zusammenhängende Markfaserschicht vorhanden ist, welche die Abkapselung des Streifenhügels vollendet.

Die dritte Art der aus den Ganglienzellen der Rinde herauswachsenden Nervenfasern wird von denjenigen Fasern gebildet, welche die Mittellinie überschreiten und, indem sie aus einer Hemisphäre in die andere hinüberziehen, eine secundäre Verbindung der ursprünglich nur durch das Zwischenhirn und den Grund der Sichelfalte in einander übergehenden Seitentheile des Grosshirns herstellen. Die überwiegende Mehrzahl dieser Fasern verläuft im Balken und bricht durch die mediane Wand der Hemisphäre, also durch den in der Medianspalte gelegenen Antheil der Hirnrinde hindurch. Fig. 25 zeigt in c c diese Durchbruchsstelle. Hinter und über dem Zwischenhirn brechen die

Balkenfasern unmittelbar nach aussen vom Gewölbe hindurch, sodass unter ihnen kein Theil der grauen Rinde sich befindet, und Balken und Gewölbe in der Medianebene mit einander verwachsen (Fig. 25 und 34). Weiter vorn dagegen, vor und über dem Monro'schen Loch, geschieht der Durchbruch inmitten der Rinde, vom Gewölbe entfernt. Dadurch wird unter und hinter dem vorderen Balkenende, zwischen diesem und dem Gewölbe ein Stück Hemisphärenwand von der übrigen Masse der medianen Fläche abgeschnitten (s p Fig. 25). Dieses abgeschnittene und in einem Zustande unvollkommener Entwickelung verharrende Rindenstück ist das schon erwähnte septum pellucidum, welches das Vorderhorn des Seitenventrikels median begrenzt. Das septum hängt mit der übrigen Rinde nur durch einen schmalen abwärts ziehenden Streifen, seinen Stiel zusammen (Fig. 25 und p s p Fig. 34). Die Ausdehnung des septum zwischen Balken und Gewölbe nach hinten hin variirt bei verschiedenen Gehirnen. Denkt man sich die beiden Hälften des Vorderhirns in ihrer natürlichen Lage gegen einander liegend, so sind die beiden Durchschnitte des Balkens rechts und links, die absteigenden Schenkel beider Gewölbe, sowie die Stiele der septa pellucida mit einander verschmolzen; diese beiden Rindenstücke selbst dagegen bleiben von einander getrennt. Es bleibt also an dieser Stelle unter dem Balken ein allseitig geschlossener Hohlraum übrig, welchen man fälschlich einen Ventrikel, den sog. fünften Ventrikel genannt hat. Mit den wirklichen Ventrikeln, den Abkömmlingen der ursprünglichen Höhlung der Hirnrückenmarksanlage, hat dieser Hohlraum nichts zu thun; er ist nichts anderes, als die Fortsetzung der Medianspalte des Grosshirns jenseits des Balkendurchbruchs. Bei vielen Thieren verkleben beide septa vollständig mit einander, und der fünfte Ventrikel verschwindet.

Wie alle Bestandtheile der Hemisphäre, macht auch der Balken die Krümmung um den Gehirnstamm mit. Das vordere Ende des Durchschnitts krümmt sich als Balkenknie (g Fig. 25) nach abwärts und läuft in den sich zuspitzenden und den Septumstiel vorn begrenzenden Schnabel (r) aus. Hinten verdickt sich der Balken durch Umschlagen seines Endes zum Balkenwulst (spl).

Fig. 24 zeigt die Verhältnisse der Balkenfasern auf einem Frontalschnitt, welcher noch den hintersten Ausläufer des septum pellucidum (s p) getroffen hat. Balken (c c) und Gewölbe (fx)

sind an dieser Stelle noch nicht mit einander verwachsen. Zwischen ihnen und den beiden septis erscheint der Hohlraum des fünften Ventrikels (V) eingeschlossen.

Ein kleiner Bruchtheil der die beiden Hemisphären mit einander verbindenden Fasern, und zwar solcher, die aus dem Schläfelappen stammen, vereinigt sich nicht mit der grossen Balkenmasse, sondern nimmt seinen eigenen Weg. Diese Fasern durchbrechen, in der Form eines strickförmigen Bündels, der vorderen Commissur, die vordere untere Ecke des Streifenhügels, dort wo derselbe über dem hinteren Ende des Riechlappens mit der Hirnrinde in Zusammenhang bleibt, treten durch die hier mit dem Streifenhügel verwachsene mediane Hemisphärenwand und die Wand des tuber cinereum hindurch, und drängen sich zwischen dem Stiel des septum pellucidum und dem absteigenden Gewölbeschenkel (c a Fig. 25 u. 34) von vorn her in den dritten Ventrikel herein, wo sie zwischen den auseinander weichenden Gewölbeschenkeln über der grauen Endplatte sichtbar werden, und so den dritten Ventrikel nach vorn begrenzen helfen.

Endlich laufen auch im Gewölbe, ausser longitudinalen, quer von einer Seite zur andern hinüberziehende Fasern.

Ich habe Sie noch auf einige verwickeltere Formverhältnisse der grauen Rinde aufmerksam zu machen, der äusseren, wesentlich aus Ganglienzellen bestehenden Wandschicht, welche wie ein auf der Medianfläche halb zugezogener Beutel den Inhalt der Hemisphäre in sich einschliesst. Als Saum dieses Rindenbeutels haben Sie das Gewölbe und dort, wo dieses mit dem unmittelbar darüber durchbrechenden Balken verwächst, den letzteren kennen gelernt. Sehen wir von dem rudimentären Rindenstücke des septum pellucidum ab, so finden wir, dass die Rinde nach aussen vom Balkendurchschnitt an demselben mit einem freien, nach innen eingebogenen Rande aufhört (Fig. 29 im Querschnitt). Anders verhält sich der freie Saum der Rinde im Schläfelappen vom Balkenwulst an abwärts (vergl. Fig. 25). Hier ist er S-förmig in sich eingerollt. (Fig. 30.) Diese Bildung trägt den Namen des Ammonshorns. Das der inneren S-biegung aufsitzende Gewölbe, welches an dieser Stelle, wie schon erwähnt, den Namen der Fimbria (fx) führt, ist durch die Einrollung nach innen gerathen, sodass man es von aussen ohne Auseinanderbiegen der durch die Biegung entstandenen Furche, der fissura Hippocampi,

nicht sehen kann. Es liegt also noch weiter lateralwärts, als das durch das Auseinanderweichen der Schläfelappen an sich schon der Fall sein würde. Das letzte vom Gewölbe medianwärts liegende Rindenstück heisst fascia dentata Tarini und ist fortlaufend in der Querrichtung eingekerbt. Dieses Rindenstück hat die Form eines langen dünnen Stabes aus grauer Substanz, welcher von oben her in die innere S-biegung des Ammonshorns hineingelegt ist. Nach hinten gelangt die fascia dentata bis hinter den Balkenwulst und geht in einen dünnen markweissen Streifen über, welcher unter dem Namen der stria longitudinalis Lancisii seitlich von der Mittellinie über den Balken hin nach vorn läuft. Zuweilen schiebt sich das hintere Ende der fascia dentata selbst, sich vom Ammonshorn ganz loslösend, ein Stück weit am Balkenwulst hinauf. Gegen die Spitze des Schläfelappens hin wird die Einrollung des Ammonshorns flacher und geht allmählich in eine nur noch wellenförmige Biegung über (vergl. Fig. 51), um am Schläfeende der Adergeflechtsfurche aufzuhören. Das dem Ammonshorn und dem Längsschlitz des Gehirns vorgelagerte Endstück des Schläfelappens bildet eine nach oben und medianwärts vorgewölbte rundliche Wulst, den Uncus (U Fig. 25 u. 33), in welchen, wie erwähnt, das vordere Ende des Unterhorns eine kurze Strecke hineinzieht. Die vordere Wand des Unterhorns wird nicht durch Mark, sondern durch eine kugelförmige, fast kirschgrosse Verdickung der grauen Rinde an der medianen Wand des Uncus gebildet, die Amygdala oder den Mandelkern (Fig. 27 A). Von der vorderen und lateralen Rinde des Schläfeendes bleibt der Mandelkern durch eine dicke Markschicht getrennt. Oben fliesst derselbe, nur durch ein ganz dünnes Markblatt geschieden, mit dem Fusse des Streifenhügels zusammen. Von dieser grauen Kugel als Fuss geht nach oben und lateralwärts eine dünne Schicht grauer Substanz aus, die sich zwischen die äussere, convexe Fläche des Streifenhügels und der ihm aufliegenden äusseren Kapsel und die Rinde der Insel erstreckt. Diese Schicht, die Vormauer, ist nichts anderes als die verdickte und durch ein Markblatt losgetrennte innerste Schicht der grauen Rinde. Sie folgt genau der Ausdehnung der Insel, ist, wie diese, von der Fläche her betrachtet dreieckig und schlägt sich mit ihren Rändern überall in die die Insel begrenzenden und wallartig überragenden Windungen um, also nach vorn und nach

oben in den unteren Rand des Stirn- und Scheitellappens, nach unten in den oberen Rand des Schläfelappens. Die Vormauer gewinnt dadurch die Form eines aufgeschlagenen Fächers (Fig. 31), dessen dicker kugelförmiger Stiel der Mandelkern ist, und dessen Ränder überall nach aussen umgeklappt sind. Auf diese Weise wird das ganze Gebiet der Insel und ihrer Umgebung wie von einer Klammer zusammen gehalten. Auf Fig. 23 und 24 sehen Sie die Vormauer im Frontalschnitt (cl).

Die Sylvi'sche Grube haben wir bisher als eine Vertiefung kennen gelernt, welche von einem wallartig hervorragenden und an seinem unteren vorderen Stücke eine Lücke aufweisenden Rande umgeben ist. Bei ihrer weiteren Ausdehnung wachsen die Theile des Walles nicht nur nach aussen, sondern auch, indem sie pilzartig wuchern, von vorn, von oben und von unten gegen einander, bis zu gegenseitiger Berührung. Dadurch bekommt die Sylvi'sche Grube auch eine laterale, von einer engen Spalte unterbrochene Wand, und ihr Grund, die Insel, wird dem Blicke entzogen. Indem der von oben herunter wachsende Wulst sich mit einer vorspringenden keilförmigen Spitze zwischen die untere und die vordere Begrenzung einschiebt, verwandelt sich die Grube (Fig. 14) in eine gegabelte Furche (Fig. 32), welche einen langen hinteren Ast (r p) schräg nach hinten und einen kurzen vorderen (r a) fast gerade nach oben aufsteigen lässt.

Der innen durch die Oberfläche der Insel, aussen durch die inneren Flächen der hinübergewucherten Randwälle begrenzte Raum hat die Form eines Dreiecks, welches von einer verticalen vorderen, einer horizontalen oberen und einer schräg von vorn unten nach hinten oben ziehenden unteren Seite begrenzt wird. Die drei Seiten sind die Vorderspalte, die Oberspalte und die Unterspalte der Insel. Vorderspalte und Unterspalte treffen am Inselfusse zusammen.

Den Riechlappen hatten wir in dem Stadium verlassen, als er durch einen seichten vorderen Ast der ursprünglichen Sylvi-schen Grube vom Hemisphärenbogen abgegrenzt war (Fig. 13 und 14). Derselbe bleibt beim Menschen ungemein im Wachsthum zurück. In seinem vorderen Theil schnürt er sich gänzlich vom Hemisphärenbogen ab, die Communication zwischen dem Seitenventrikel und dem Hohlraum des Lappens verschwindet. Die vordere Hälfte des Riechlappens verwandelt sich in einen

dreikantigen Markstreifen, der sich in eine Vertiefung an der unteren Fläche des Stirnlappens, mit der einen Kante nach oben gerichtet, hineinlegt (Fig. 57 s r im Querschnitt, Fig. 33 t o). Nach vorn setzt sich der Riechstreifen (tractus olfactorius) in eine längliche rundliche Anschwellung, den bulbus olfactorius (b o) fort, in welchen sich die durch die Löcher der Siebplatte eintretenden Fäden der Riechnerven einsenken; nach hinten verbreitert er sich zum Riechdreieck (tr o [trigonum olfactorium]). Der hintere Antheil des Riechlappens wird durch die hinter dem Riechdreieck gelegene und von diesem durch eine seichte Furche getrennte vordere durchlöcherte Platte (lamina perforata anterior) dargestellt (s p a). Dieselbe bildet das Fussgestell für den sich unmittelbar darauf legenden Kopf des Streifenhügels, von dem dieses Rindenstück durch eine sehr dünne Marklage getrennt bleibt. Lateral setzt sich die vordere durchlöcherte Platte in den Inselfuss fort, hinten wird sie aussen durch die sich absenkende vordere Fläche des Schläfelappens, innen durch den Sehstreifen begrenzt.

Nach der Mittellinie hin verschmälert sie sich zu einem dünnen Streifen, dem gyrus subcallosus (g s c Fig. 34), welcher in die Medianfläche der Hemisphäre umbiegt und hier vor den mit einander verwachsenen Stielen der septa pellucida nach oben ziehend bis zur unteren Begrenzung des Balkenknies gelangt. Dadurch dass das überall die äusserste Schicht der grauen Rinde bildende Markfaserblatt an der Platte etwas stärker entwickelt ist als sonst, erhält dieselbe einen weisseren Farbenton, als die übrige Rinde. Wegen dieser weissen Farbe ist der gyrus subcallosus zum Balken gerechnet und mit dem Namen des Balkenstiels bezeichnet worden. Geht man zwischen den beiden gyri subcallosi hinein nach hinten, so trifft man ganz oben die Querfaserung des Balkenschnabels, darunter die Verwachsungsstelle der Stiele der septa pellucida und ganz unten die graue Endplatte.

Die Löcher der lamina perforata dienen zum Eintritt von Gefässen in den Gehirnstamm.

Ueber die Oberfläche der Platte laufen zwei aus dem Riechdreieck kommende weisse Markstreifen auseinanderweichend nach hinten, die sog. Wurzeln des Riechnerven, von denen der laterale gegen den Haken des Schläfelappens, der mediane gegen den dem Balken von unten vorn her benachbarten Rindenstreifen hinstrebt.

# Dritter Vortrag.

Meine Herren! Die im vorigen Vortrage angestellte Untersuchung über die Entstehung der Gehirnform hat Ihnen gleichzeitig gezeigt, das wir am Grosshirn drei Bestandtheile zu unterscheiden haben, die Rinde, die in derselben eingeschlossene Markmasse und den im Innern der Markmasse liegenden, vorn unten mit der Rinde zusammenhängenden Streifenhügel. Wir wollen nun diese Bestandtheile im Einzelnen näher betrachten, ohne aber dabei zu vergessen, dass graue Rinde und Streifenhügel verwandte oder gleichartige Dinge sind, und dass die Markmasse nur Fortsätze aus Zellen enthält, die in jenen grauen Massen liegen, oder solche von unterhalb des Grosshirns stammende Nervenfasern, die sich in ihnen verästeln.

Bevor wir uns mit der Grosshirnrinde im Einzelnen beschäftigen, wollen wir kurz die Flächen im Ganzen ansehen, welche von derselben überzogen sind. Die äussere convexe Fläche ist durch einen scharfen vom Stirn- bis zum Hinterhauptende der Hemisphäre reichenden Rand von der ebenen medianen Fläche getrennt. Der Stirnlappen zeigt eine ziemlich ebene horizontale untere Fläche (Fig. 33), welche durch scharfe Ränder aussen und vorn in die convexe, innen in die mediane Fläche umbiegt, hinten lateralwärts in die nach vorn sehende Wölbung des Schläfeendes abfällt, median dagegen in die Einbuchtung zwischen Stirnhirn und Mittelhirn vertical ansteigt und dabei in die vordere durchlöcherte Platte übergeht.

Die untere Fläche des Schläfelappens geht in ihrem vorderen Theile walzenförmig aussen in die convexe Fläche, innen in eine mediane, die eben erwähnte Einbuchtung seitlich begrenzende und an der Adergeflechtsfurche in das Zwischenhirn

abbiegende Fläche über (Fig. 51 im Querschnitt). Weiter hinten (Fig. 48) wird aus der unteren Fläche des Schläfehinterhauptlappens durch das dazwischengeschobene Kleinhirn eine schräg nach innen unten sehende, welche innen in einem stumpfen Winkel in die mediane Fläche, aussen in einem spitzen abgestumpften Winkel in die convexe Fläche übergeht. Der Frontalschnitt der Hemisphäre ist daher im Stirnlappen (Fig. 57) dreieckig mit einer medianen und einer unteren ebenen und einer äusseren oberen, gewölbten Seite, in den mittleren Theilen (Fig. 52) ist er, nach sagittaler Trennung des Hirns in seine zwei symmetrischen Hälften, halbmondförmig mit einer inneren ebenen und einer äusseren convexen Seite, die oben in einem scharfen Winkel, unten in einem leichten Bogen in einander übergehen. Indem die ebene mediane Seite weiter hinten (Fig. 46) durch einen ausspringenden stumpfen Winkel geknickt wird, wird der Frontalschnitt wieder dreieckig, mit einer medianen und einer unteren inneren ebenen und einer äusseren oberen gewölbten Seite.

Aus der medianen Fläche des Schläfelappens springt etwa in ihrer Mitte eine Hervorragung etwas nach innen vor, welche die Adergeflechtsfurche und das Ammonshorn nach vorn begrenzt. Das ist der schon erwähnte Uncus oder Haken (U Fig. 33). Vor dem Haken bildet das ganze Schläfeende der Hemisphäre eine halbkugelförmige, mit der Höhe ihrer Wölbung nach vorn sehende vordere Fläche.

Die von der grauen Rinde überzogene Oberfläche des Grosshirns zeigt eine Anzahl von bald tieferen bald flacheren, hie und da mit einander zusammenfliessenden, an anderen Stellen unterbrochenen und sich in ihrem Verlaufe oft winklig oder bogenförmig biegenden Einschnitten, die Hirnfurchen, welche die ganze Fläche in eine Menge kleinerer langer und schmaler Flächenstücke, die Hirnwindungen, zerlegen. Die wichtigste dieser Vertiefungen, die Sylvi'sche Spalte, haben Sie als das Centrum des Hemisphärenbogens bereits kennen gelernt. Sie ist die einzige in der ersten Anlage des Grosshirns begründete Furche; alle anderen entstehen erst später, theils durch Faltung der ursprünglich glatten Hemisphärenwand, theils durch ungleichmässiges Wachsthum der Oberfläche. Von den Einfaltungen ist, abgesehen von der grossen Medianspalte, welche die Hemisphären von einander

trennt, die dem freien Saum der Rinde anliegende Adergeflechtsfurche näher geschildert und der gyrus hippocampi, der das Ammonshorn einstülpt, erwähnt worden. Die Furchen sind der Ausdruck des Bestrebens, in kleinem Raume möglichst viel Oberfläche zu gewinnen.

Man hat verschiedene Hypothesen aufgestellt, um die Entstehung der Furchen mechanisch zu erklären. Vielleicht handelt es sich bei ihrer Bildung um den Ausdruck des mathematischen Gesetzes, dass beim Wachsthum einer Kugel der Inhalt mit dem Kubus, die Oberfläche dagegen nur mit dem Quadrate des Radius zunimmt. Wenn Inhalt und Oberfläche in annähernd gleichem Masse wachsen, muss sich die letztere nothwendig in Falten legen. Die Vergrösserung der Oberfläche hat hier nur eine Bedeutung für die Ernährung des Gewebes. Die nicht zu grosse und an allen Stellen gleichmässige Dicke der Rinde ermöglicht eine gleichmässige Blutzufuhr zu derselben aus den Arterien der weichen Hirnhaut (Reichert).

Die Erkenntniss der Gesetzmässigkeit in der Anordnung der Furchen ist eine Errungenschaft der neueren Zeit. Auf älteren Abbildungen pflegt das grosse Gehirn einer Schüssel Maccaroni täuschend ähnlich zu sehen. Noch im Jahre 1851 hielt Hyrtl es nicht für nothwendig, in seinem Lehrbuche der Anatomie Angaben über die einzelnen Windungen zu machen, da sich keine physiologischen Vorstellungen damit verknüpfen liessen. Das ist jetzt ganz anders geworden. Nachdem man erkannt hat, dass die Grosshirnrinde in ihren verschiedenen Theilen nicht gleichwerthig ist, sondern dass diesen eine verschiedene functionelle Bedeutung zukommt, nachdem man sogar im Stande gewesen ist, den Sitz von Geschwülsten und Eiterherden an und unter der Gehirnoberfläche so genau zu bestimmen, dass man ihnen mit Erfolg operativ hat beikommen können, ist eine nähere Bekanntschaft mit der Eintheilung und Lage der Windungen unerlässlich.

Den Schlüssel für das scheinbar regellose Gewirre der Windungszüge giebt die Zurückführung derselben auf ein System von Urwindungen, welches bei den Raubthieren am deutlichsten ausgeprägt ist. Hier besteht die ganze Oberfläche aus vier im Bogen um die Sylvi'sche Spalte ununterbrochen herumziehenden Windungszügen, welche, von derselben aus gerechnet, als erste bis vierte Urwindung bezeichnet werden (vergl. das Hundegehirn Fig. 68, 69). Die Schenkelstücke der Windungsbögen im Stirnhirn und Schläfehirn laufen einander parallel, und gehen im

Scheitelhirn durch die verbindenden Bögen der Scheitelstücke in einander über.

Die Beziehung der einzelnen Furchen und Windungen der Hirnrinde des Menschen auf den Urwindungstypus des Raubthiergehirns mag falsch oder ungenau sein; für die Orientirung ist dieselbe kaum zu entbehren.

Beim Menschen (wie bei den Affen) wird durch die stärkere Entwickelung der ersten drei Urwindungen die vierte von der convexen Fläche vollständig auf die mediane hinüber gedrängt. Die Medianspalte der Primaten ist deshalb viel tiefer als diejenige irgend eines anderen Thieres. Die Schenkelstücke der Urwindungen bleiben im Stirnlappen sowohl als im Schläfelappen erhalten; das Scheitelstück des ganzen Hemisphärenbogens wird dagegen in der Form des stark entwickelten Hinterhauptlappens nach hinten ausgezogen und die Scheitel der einzelnen Windungen selbst durch neu auftretende Furchen umgebildet.

Die wichtigste dieser Furchen auf der convexen Fläche ist die Centralfurche (fissura Rolando), welche, schräge von oben hinten nach unten vorn herablaufend, die Urwindungen durchbricht und die Grenze zwischen Stirnlappen und Scheitellappen bildet (Fig. 35 c). Die beiden Windungen, welche die Centralfurche zwischen sich einschliessen, heissen die vordere und die hintere Centralwindung (g c a und p). Die Centralfurche ist eine der constantesten Furchen des Gehirns; sie wird niemals durch eine Windungsbrücke unterbrochen. Ebenso werden die Centralwindungen nur höchst selten und auch dann meist nur oberflächlich durch eine in die Centralfurche einmündende Querfurche in zwei Theile zerschnitten. Der Bogen der ersten Urfurche ist bis auf diese eine Unterbrechung erhalten und führt im Stirnhirn den Namen der unteren Stirnfurche (sulcus frontalis inferior, s fr i Fig. 35 von der Seite und Fig. 37 von vorn), im Schläfehirn den der oberen Schläfefurche oder Parallelfurche (e). Letztere hat diesem Verhalten gemäss einen horizontalen und einen in den Scheitellappen aufsteigenden Ast. Die zweite Urfurche zwischen zweiter und dritter Urwindung ist im Stirnhirn als obere Stirnfurche (s fr s) vorhanden. Hinter der Centralfurche sind das Scheitel- und das Schläfestück der zweiten Urfurche von einander getrennt und laufen beide in den Hinterhauptlappen hinein aus. Das Scheitelstück trennt den Scheitellappen in eine obere und eine untere Abtheilung und heisst deshalb Interparietal-

furche (i). Das Schläfestück ist die zweite Schläfe- bezw. Hinterhauptfurche (s t II). Zwischen diesen beiden Stücken der zweiten Urfurche befindet sich senkrecht zu ihnen stehend die vordere Occipitalfurche (k), welche Scheitel- und Hinterhauptlappen von einander trennt.

Diese vier Furchen, die erste und zweite Urfurche, die Centralfurche und die vordere Occipitalfurche geben mit der Sylvi'schen Spalte zusammen gewissermassen den Grundriss der convexen Fläche, ein schematisches Bild, welches sich bei einiger Aufmerksamkeit an jedem Gehirn herausfinden lässt. Dieselben zerlegen auf der convexen Fläche die Hirnrinde in die grossen Lappen und diese wieder in die einzelnen Windungen. Von den vier schon früher erwähnten Lappen sind nur die drei oberen durch scharfe Grenzen von einander getrennt, und zwar Stirn- und Scheitellappen durch die Centralfurche, Scheitel- und Hinterhauptlappen durch die vordere Occipitalfurche. Zwischen Hinterhaupt- und Schläfelappen lässt sich eine deutliche Grenzmarke nicht auffinden.

Der Stirnlappen zerfällt in vier Windungen: die von oben hinten nach unten vorn laufende vordere Centralwindung (gyrus centralis anterior, g c a) und, von dieser entspringend und gegen das Stirnende der Hemisphäre verlaufend, die obere, mittlere und untere Stirnwindung (g fr s, m und i Fig. 35; ebenso auf Fig. 37: Ansicht des Stirnlappens von vorn). Den Ursprung einer jeden der drei Stirnwindungen aus der Centralwindung bezeichnet man als ihre Wurzel oder ihren Fuss. Die Wurzel der unteren Stirnwindung wird durch den vorderen, aufsteigenden Ast (r a) der Sylvi'schen Spalte in einen aufsteigenden und einen absteigenden Arm gespalten; beide Stücke zusammen führen in der linken Hemisphäre den Namen der Broca'schen Windung.

Der Scheitellappen enthält am weitesten nach vorn die hintere Centralwindung (s c p). Aus derselben entspringt mit breitem Ansatze das obere Scheitelläppchen (lobulus parietalis superior, l p s), welches, zwischen der Interparietalfurche und der oberen Kante der Hemisphäre nach hinten laufend, allmählich schmäler wird und schliesslich an dem in die convexe Fläche einschneidenden oberen Ende der auf der Medianfläche befindlichen und noch näher zu schildernden Occipito-parietalfurche (o p), zwischen diesem und der Interparietalfurche als obere

Uebergangswindung (pli de passage, p s) in den Hinterhauptlappen hineinzieht. Unterhalb der Interparietalfurche befindet sich das untere Scheitelläppchen, welches in zwei hinter einander liegende Windungen zerfällt. Die vordere von ihnen umgiebt bogenförmig das hintere Ende der Sylvi'schen Spalte; sie entspringt aus dem untersten Stücke der hinteren Centralwindung und geht in die erste Schläfewindung über; sie heisst Marginalwindung (g m). Die hintere Windung des Läppchens entspringt aus der Marginalwindung und umgiebt in ähnlicher Weise bogenförmig das Ende des aufsteigenden Astes der Parallelfurche; sie trägt den Namen der Angularwindung (g a [pli courbe der Franzosen]). Diese Windung wird hinten durch die Occipitalfurche begrenzt und sendet von ihrem obersten Bogenstück aus die untere Uebergangswindung (p i) zwischen Interparietalfurche und dem oberen Ende der vorderen Occipitalfurche nach hinten in den Hinterhauptlappen hinein.

Der Schläfelappen zeigt zwischen Sylvi'scher Spalte und Parallelfurche die obere Schläfewindung (g t s), welche nach hinten oben in die Marginalwindung ununterbrochen sich fortsetzt. Die zwischen Parallelfurche und zweiter Schläfefurche gelegene mittlere Schläfewindung (g t m) geht nach hinten, durch die vordere Occipitalfurche gespalten, vor derselben in die Angularwindung, unter dem unteren Ende dieser Furche in den Hinterhauptlappen über. Unter der zweiten Schläfefurche verläuft die untere Schläfewindung (g t i) von hinten nach vorn. Am vorderen Ende des Schläfelappens fliessen sämmtliche Schläfewindungen in eine gemeinsame Fläche zusammen.

Der Hinterhauptlappen zeigt ziemlich unregelmässige Windungsverhältnisse. Gewöhnlich gelingt es, drei von der Spitze her nach vorn verlaufende Windungen als obere, mittlere und untere Hinterhauptwindung (g o s, m und i) zu unterscheiden. Zwischen der oberen und der mittleren Windung läuft die Interparietalfurche in den Hinterhauptlappen aus. Die obere Hinterhauptwindung ist daher die Fortsetzung der oberen Uebergangswindung. Die mittlere Hinterhauptwindung geht über der vorderen Occipitalfurche als untere Uebergangswindung in den Bogen der Angularwindung, unter dieser Furche in die zweite Schläfewindung über. Die untere Hinterhauptwindung hängt mit der unteren Schläfewindung zusammen.

Dieses einfache Bild der convexen Fläche wird, wenn schon es in den Hauptzügen stets zu erkennen ist, im Einzelnen durch hinzukommende secundäre Bildungen verwischt: Nebenfurchen, die zwischen den Hauptfurchen verlaufen oder aus ihnen entspringen, und andererseits Windungen, welche die Hauptfurchen überbrücken. Die Centralfurche ist, wie schon erwähnt, stets unüberbrückt und gelangt, von gänzlich missbildeten Gehirnen abgesehen, niemals bis in die Sylvi'sche Spalte; dagegen schneidet sie fast regelmässig mit ihrem oberen Ende in die obere Kante der Hemisphäre etwas ein, sodass sie auf der medianen Fläche sichtbar wird (Fig. 25 c). Unter dem unteren Ende der Centralfurche auf der convexen und unter ihrem oberen Ende auf der Medianfläche gehen die beiden Centralwindungen bogenförmig in einander über. Ferner habe ich bereits darauf hingewiesen, dass die Stirnfurchen nur in ganz seltenen Fällen die vordere Centralwindung durchbrechen und mit der Centralfurche communiciren. Dagegen sind die Stirnwindungen gewöhnlich durch Brücken mit einander verbunden, oder durch längere oder kürzere Zwischenfurchen gegabelt oder gespalten. Mitunter zerfällt die meist sehr breite mittlere Stirnwindung ihrer ganzen Länge nach in zwei Windungen, sodass vier Stirnwindungen vorhanden sind. Man hat — wohl ohne genügenden Grund — diesen Typus der Hirnbildung als Verbrechertypus angesprochen. Die untere Stirnwindung ist niemals durch eine Furche völlig unterbrochen.

Die von den hinteren Enden der Stirnfurchen auf- und absteigenden und die Wurzeln der Stirnwindungen mehr oder minder weit ein-, aber niemals ganz durchschneidenden Nebenfurchen bezeichnet man als obere und untere Praecentralfurche (s pr). Die Interparietalfurche läuft, am hinteren Rand der hinteren Centralwindung nach unten umbiegend, eine Strecke der Centralfurche parallel abwärts, ohne aber die Sylvi'sche Spalte zu erreichen. Dies absteigende Stück der Interparietalfurche führt in Verbindung mit einer von derselben sich abgabelnden und parallel der Centralfurche zwischen hinterer Centralwindung und oberem Scheitelläppchen aufwärts ziehenden Nebenfurche den Namen der Postcentralfurche. In ihrem Laufe nach hinten ist die Interparietalfurche beinahe immer an wechselnder Stelle durch eine Interparietalbrücke unterbrochen, welche oberes und unteres Scheitelläppchen mit einander ver-

bindet. Liegt diese Brücke sehr weit vorn, dort wo die Interparietalfurche den Namen einer Postcentralfurche verdient, so kommt der Anschein einer zweiten Centralfurche zu Stande. Bei zwei hinter einander liegenden Centralfurchen ist die echte daher stets die vordere. Hinter der hinteren Centralwindung greift regelmässig eine noch zu schildernde Furche der medianen Fläche, die Calloso-marginalfurche (c m) auf die convexe Fläche über und deutet so die Trennungslinie der hinteren Centralwindung und des oberen Scheitelläppchens an. Im unteren Scheitelläppchen sind Marginal- und Angularwindung meist durch eine von oben nach unten verlaufende Furche (s i a) getrennt, welche bald ganz isolirt verläuft, bald oben in die Interparietalfurche, bald unten in die Parallelfurche einmündet. Indem diese Nebenfurche, der aufsteigende Ast der Parallelfurche und die vordere Occipitalfurche parallel mit einander von oben nach unten ziehen, erscheint die ganze Gegend der Angularwindung gewöhnlich aus drei kurzen, hinter einander liegenden und von oben nach unten neben einander herabziehenden Windungsstücken zusammengesetzt, von denen das dritte schon zum Hinterhauptlappen gehört. Im Schläfelappen ist die regelmässige Anordnung der Windungen ein seltenes Vorkommniss. Die Parallelfurche ist meist ununterbrochen, und die gewöhnlich sehr schmale obere Schläfewindung dann gut abgegrenzt. Zuweilen indessen verbindet eine Brücke die obere und mittlere Schläfewindung mit einander und trennt die Parallelfurche in zwei Stücke. Häufig sendet die Parallelfurche, dort wo sie in den Scheitellappen aufsteigt, einen Nebenast nach hinten oder hinten unten ab. Die zweite Schläfefurche ist meist nur in einzelnen Bruchstücken ihres Verlaufes vorhanden, welche sich ihrerseits mannigfach gabeln. Unterhalb der unteren Schläfe- und Hinterhauptwindung befindet sich im Schläfelappen häufig, im Hinterhauptlappen fast immer eine atypische, der zweiten Schläfe- und Hinterhauptwindung parallel von hinten nach vorn verlaufende Furche (s t III, Fig. 25 und 33), welche den dritten Urwindungszug der Länge nach spaltet, ähnlich wie die zweite Urwindung im Stirnhirn mitunter gespalten erscheint. Diese Furche ist dann die dritte Schläfe- bezw. Hinterhauptfurche; sie trennt eine besondere dritte Schläfe- und Hinterhauptwindung von der noch zu schildernden Spindelwindung ab. Ist keine dritte Schläfefurche vorhanden, so sucht die etwa vorhandene

dritte Hinterhauptfurche nach vorn den Anschluss an die zweite Schläfefurche. Gewöhnlich liegt diese dritte Furche theilweise oder ganz im unteren Rande der convexen Fläche oder gar schon auf der unteren inneren Fläche des Schläfe-Hinterhauptlappens.

Es ist vielleicht richtiger, in den Fällen, wo eine solche dritte Furche vorhanden ist, diese als zweite Schläfehinterhauptfurche zu betrachten und der zweiten Urfurche zuzurechnen. Es würde dann die zweite Schläfehinterhauptfurche eine Nebenfurche sein, welche, ganz analog der Nebenfurche im Stirnhirn, auch im Schläfelappen den zweiten Urwindungszug in zwei Längshälften spaltete und so im Gehirnbau den Uebergang zu einem fünfgliedrigen Urwindungstypus andeutete.

Die Occipitalfurche ist sehr verschiedenartig ausgebildet. Mitunter erscheint sie als ein längeres oder kürzeres, zuweilen ganz kurzes, rings von Windungen umgebenes und mit keiner anderen Furche zusammenfliessendes Furchenstück. Oefter erhebt sie sich wie ein zweiter aufsteigender Ast aus der nach hinten sich verlängernden Parallelfurche. In sehr seltenen Fällen ist die eine oder beide Uebergangswindungen zwischen Scheitel- und Hinterhauptlappen unterbrochen, indem entweder die vordere Occipitalfurche, oder die Occipito-parietalfurche, oder beide in die Interparietalfurche hineingelangen. In den beiden letzten Fällen trennt eine tiefe Spalte Hinterhaupt- und Scheitellappen von einander ab, welche, weil sie bei gewissen Affenarten regelmässig vorkommt (vergl. das Affengehirn Fig. 68, 69), den Namen der Affenspalte erhalten hat.

Zur convexen Fläche des Gehirns gehört noch der in der Tiefe der Sylvi'schen Spalte zurückgebliebene Theil der Hemisphärenwand, die Insel. Sie sehen die Gliederung derselben auf Fig. 36 schematisch dargestellt, auf welcher die Theile des ersten Urwindungszuges auseinander gebogen sind. Wie ich schon im vorigen Vortrage erwähnte, setzt sich die Insel von den sie umwallenden Rändern des Hemisphärenbogens durch drei tiefe Furchen ab, die Oberspalte, die Unterspalte und die Vorderspalte. Ober- und Unterspalte gehen hinten in einem spitzen Winkel in einander über, welcher sich taschenförmig in den Scheitel-Schläfelappen unter die ihn deckende Marginalwindung, mitunter ziemlich tief, hineinzieht. Mit der Vorderspalte bildet die wagerecht ziehende Oberspalte einen rechten Winkel. Vorderspalte und Unterspalte hängen nicht zusammen; zwischen ihren Enden geht die Inselrinde als Fuss der Insel unmittelbar

in die vordere durchlöcherte Platte an der Hirnbasis über. Vom Inselfuss aus zieht sich eine schräge nach oben hinten aufsteigende Furche, die Inselhauptfurche (s i), über die ganze Insel bis in die Oberspalte hinein; dieselbe trennt die Insel in einen Stirn- und einen Schläfeantheil. Unter dieser Furche, zwischen ihr und der Unterspalte verläuft eine lange (g l), über derselben und zu ihr senkrecht stehend drei bis vier kurze Windungen (g br). Der die Insel verdeckende erste Urwindungszug zeigt sowohl an seinen der Insel selbst zugekehrten Flächen, als an den Flächen, in denen sich seine einzelnen Theile berühren, eine reiche, nicht sehr regelmässige Gliederung. Die obere Hälfte dieses Windungszuges, die aus der Wurzel der unteren Stirnwindung, den unteren Enden beider Centralwindungen und dem über der Sylvi'schen Spalte gelegenen Antheile der Marginalwindung besteht, führt in Bezug auf die Insel den gemeinsamen Namen des Klappdeckels (operculum).

Die Medianfläche der Hemisphäre wird am besten mit der unteren inneren Fläche des Schläfe-Hinterhauptlappens in eins zusammengefasst. Man kann sich beide Flächen als die vertical stehende ebene Fläche eines Kugelabschnitts vorstellen, deren unterer Theil durch die zwischen beide Hemisphären sich einschiebenden hinter dem Grosshirn gelegenen Hirntheile, je weiter nach hinten, um so stärker zur Seite gedrückt ist, sodass im Hinterhauptlappen, wo die untere Fläche dem breiten Kleinhirn aufgelagert ist, die stumpfe Abknickungskante sich sehr stark dem rechten Winkel nähert. Im Schläfelappen gehen, wie ich im Beginn dieses Vortrages erwähnte, äussere, untere und innere Fläche walzenförmig in einander über, sodass eine scharfe Grenze nicht zu ziehen ist. Mit Rücksicht auf die dem Hinterhaupt- und Schläfelappen gemeinsamen Windungen lässt man am besten die Gegend der dritten Schläfefurche als Grenzlinie zwischen convexer und medianer Fläche dienen.

Die dritte Urfurche zerfällt in ähnlicher Weise, wie die zweite, in einen oberen und einen davon gänzlich getrennten unteren Antheil. Der obere Antheil ist die Balkenrandfurche (sulcus calloso-marginalis, c m Fig. 25). Dieselbe beginnt unter dem Balkenknie, ziemlich nahe an demselben, entfernt sich, indem sie um dasselbe herumzieht, allmählich von ihm und läuft dann über dem Balken in gleichbleibender Entfernung von diesem nach hinten, um

über dem Balkenwulst nach oben abzubiegen und, wie erwähnt, hinter der hinteren Centralwindung in die convexe Fläche einzugreifen. Der untere Antheil der dritten Urfurche, die Collateralfurche (coll) läuft im Schläfelappen parallel der fissura Hippocampi des Ammonshorns und unter derselben schräg nach hinten und oben und, ihre Richtung beibehaltend, in den Hinterhauptlappen hinein gegen dessen Spitze hin. Ueber der Balkenrandfurche liegt die in die Medianspalte sehende Fläche der dritten Urwindung, und zwar vorn die der ersten Stirnwindung (g fr s), und dahinter, durch einen aus der Balkenrandfurche aufsteigenden Ast getrennt, das entsprechende Stück der beiden, hier in einander übergehenden Centralwindungen. Das letztere Rindenstück heisst lobulus paracentralis (l pc). Unter der Collateralfurche und auf der andern Seite durch die dritte oder, wo eine solche nicht vorhanden ist, durch die zweite Schläfefurche begrenzt, läuft die Spindelwindung (gyrus fusiformis, g fus) von der Hinterhaupt- bis zur Schläfespitze durch die ganze Länge des Hinterhaupt-Schläfelappens hindurch. Sie stösst also nach der convexen Fläche hin an die dritte Schläfewindung an, oder bildet, wo eine dritte Schläfefurche fehlt, die nach unten innen sehende Fläche der ersteren. Sie gehört, wie die mediane Fläche der oberen Stirnwindung, dem dritten Urwindungszuge an. Zwischen der ganzen dritten Urfurche und dem Balken bezw. der fissura Hippocampi läuft die vierte Urwindung, Haken- und Balkenwindung, im kreisförmigen Bogen herum. Der über dem Balken liegende Antheil derselben führt den besonderen Namen des gyrus fornicatus (g f), der Schläfelappenantheil heisst gyrus hippocampi (g h). An die letztere Windung schliesst sich gegen den Rindensaum hin das Ammonshorn an; vorn geht sie in den Haken des Schläfelappens (Uncus, U) über (vergl. Fig. 33).

Durch die Ausziehung des Hinterhauptlappens und das Auseinanderweichen der hinteren Abschnitte beider Antheile der dritten Urfurche entfaltet sich die vierte Urwindung nach hinten zu einem breiten dreiseitigen Felde, welches durch das aufsteigende Stück der Balkenrandfurche nach vorn, durch das hintere Stück der Collateralfurche nach unten und durch die obere Kante der Hemisphäre nach oben hinten begrenzt wird. Aus diesem grossen Felde wird das hintere obere Stück als ein kleines dreiseitiges Feld durch zwei den Grenzfurchen pa-

rallel gegen einander laufende und sich in einem spitzen Winkel vereinigende Furchen herausgeschnitten. Die vordere von beiden Furchen, die Occipito-parietalfurche (p o) läuft parallel dem aufsteigenden Aste der Balkenrandfurche von oben nach unten und schneidet, wie schon erwähnt, in die obere Kante der Hemisphäre ein, sodass sie auf der convexen Fläche sichtbar wird. Sie entspricht ihrer Lage nach genau der vorderen Occipitalfurche und trennt, wie diese auf der convexen, so ihrerseits auf der medianen Fläche Scheitel- und Hinterhauptlappen von einander. Mit ihr vereinigt sich, von der Hinterhauptspitze kommend und über und parallel der Collateralfurche nach vorn laufend, die fissura calcarina (f c), welche meist ziemlich genau auf der Kante zwischen medianer und unterer innerer Fläche der Hemisphäre zieht. Beide Furchen laufen nach ihrer Vereinigung noch eine kurze Strecke weit unter dem Balkenwulst in den Schläfelappen hinein nach vorn. Diese beiden Furchen sind keine einfachen Einschnitte, sondern haben, ähnlich der Sylvi'schen Spalte, einen flächenhaften Grund, welcher seinerseits mit secundären Windungen besetzt ist. Die Occipito-parietalfurche greift zuweilen mehrere Centimeter tief nach hinten in den Hinterhauptlappen hinein. Die Windungen ihres Grundes verlaufen von hinten nach vorn, und sind als tiefliegende Uebergangswindungen zwischen Scheitel- und Hinterhauptlappen bezeichnet worden, entsprechend den oberflächlichen auf der convexen Fläche. Bei einigen Affenarten und der Affenspalte des menschlichen Gehirns sind auch die letzteren Windungen in der Tiefe verborgen. Die Windungen in der fissura calcarina, meist drei an der Zahl, laufen von oben nach unten. Die Occipito-parietalfurche besitzt eine Vorder- und eine Hinterspalte, die Calcarina eine Ober- und eine Unterspalte; die letztere hat aber keine Hinterspalte, vielmehr geht ihr Grund, indem sie allmählich flacher wird, schliesslich in die Rindenoberfläche über, sodass die Furche selbst hinten in einen aufsteigenden und einen absteigenden Ast sich zu gabeln scheint. Ganz ähnlich verhält sich häufig das obere Ende der Occipito-parietalfurche auf der convexen Fläche.

Das zwischen den eben geschilderten beiden Furchen und der Kante der Hemisphäre gelegene kleine dreiseitige Rindenstück führt den Namen des Zwickels (cuneus, cun); die breite

viereckige Rindenfläche zwischen der Occipito-parietalfurche und dem aufsteigenden Aste der Calloso-marginalfurche heisst Vorzwickel (praecuneus, praec); die von hinten nach vorn verlaufende und in den gyrus hippocampi einmündende Windung zwischen Calcarina und Collateralfurche wird als Zungenwindung (gyrus lingualis, g l) bezeichnet; die schmale, hinter der Calcarina am Hinterhauptpol der Hemisphäre von oben nach unten ziehende Windung ist gyrus descendens genannt worden. Der Zwickel ist an der Zusammenflussstelle der beiden ihn begrenzenden Windungen nur oberflächlich von der übrigen Rinde getrennt; in der Tiefe zieht sich eine schmale dünne Uebergangswindung, welche den besonderen Namen des Zwickelstiels erhalten hat, noch eine Strecke weit gegen den Balkenwulst hin. Beim Affen tritt der Zwickelstiel an die Oberfläche, geht in die Balkenhakenwindung über und trennt so die beiden Furchen von einander. Der Vorzwickel stellt die in der Medianspalte liegende Fläche des oberen Scheitelläppchens, der Zwickel diejenige der oberen Hinterhauptwindung dar.

Balkenrandfurche und Occipito-parietalfurche sind so gut wie niemals, die Calcarina höchst selten durch eine an die Oberfläche tretende Windung überbrückt. Die beiden letztgenannten Furchen stehen in Bezug auf ihre Tiefe und den Reichthum der Gliederung ihres Grundes in einem gegensätzlichen Verhältniss zu einander. Die Collateralfurche ist in ihrer Ausdehnung nach vorn und hinten sehr wechselnd und zeigt nicht selten eine oder mehrere Brücken. Ist die Calcarina sehr mangelhaft ausgebildet, so kann es vorkommen, dass die Collateralis in ihrem hinteren Abschnitte vertretungsweise eine reiche Gliederung zeigt. Durch Nebenfurchen wird die mediane Fläche nur wenig in ihrem Aussehen verändert. Aus der Balkenrandfurche entspringt meist an der Stelle, wo sie nach oben abbiegt, ein ihre bisherige Richtung beibehaltender Ast. Der Zwickel zeigt regelmässig in seiner Mitte eine kurze, der Calcarina parallel ziehende Furche, welche zuweilen vorn in die Occipito-parietalfurche einmündet und so eine zweite Calcarina vortäuschen kann.

Die Calcarina, die Collateralfurche und der sulcus hippocampi treten in eine besondere Beziehung zum Seitenventrikel: sie sind die einzigen Furchen, die noch im ausgebildeten Gehirn die Ventrikelwand nach innen ausstülpen. Bei allen anderen

Furchen wird die Tiefendifferenz durch das zwischen Rinde und Ventrikel befindliche Marklager ausgeglichen. Der gyrus hippocampi bewirkt, wie Sie gesehen haben, die Vorwölbung des Ammonshorns im Unterhorn. Die Calcarina wölbt die innere Wand des Hinterhorns in dessen Hohlraum hinein und bewirkt so die Enstehung des calcar avis. Die Collateralfurche lässt in gleicher Weise die untere innere Wand des Hinter- und Unterhorns wulstförmig hervortreten und bringt dadurch die eminentia collateralis Meckelii hervor; diese Hervorragung ist am wenigsten ausgeprägt und häufig kaum angedeutet.

Es fehlt noch die Beschreibung der unteren Fläche des Stirnhirns, welche der oberen Augenhöhlenwand aufgelagert ist. Dieselbe zeigt zwei constante Furchen. Die innere, tief eingeschnittene, schmale heisst sulcus rectus (s v Fig. 33); sie liegt dicht an der inneren Kante und nimmt in ihre Vertiefung den Riechkolben und den Riechstreifen auf. Die äussere Furche, der sulcus cruciatus (s cr) liegt in der Mitte der Fläche; sie zeigt meist die Form eines H. Die beiden Seitenlinien des H's theilen die untere Fläche in drei von vorn nach hinten laufende Windungen, welche von aussen nach innen gerechnet der unteren, mittleren und oberen Stirnwindung, also dem ersten, zweiten und dritten Urwindungszuge zuzurechnen sind. Der sulcus rectus liegt ganz innerhalb der dritten Urwindung. Die schmale durch denselben abgetrennte Windung an der inneren Kante bezeichnet man als gyrus rectus (g r). Auf der medianen und der lateralen Hemisphärenfläche läuft gewöhnlich dicht über den Kanten der unteren Stirnfläche diesen parallel eine horizontale Furche entlang, welche meist in mehrere durch Brücken von einander getrennte Stücke zerfällt. Ein längeres Stück dieser Furche halbirt die unterste Parthie der in die Medianspalte sehenden Fläche der oberen Stirnwindung (Fig. 25 s m), ein anderes Stück (Fig. 35 und 37 s m) liegt auf der convexen Fläche und durchbricht hier die über diesem Stücke gewöhnlich mit einander verschmelzenden Stirnwindungen. Die Furchen der unteren Stirnhirnfläche stehen mit dieser Randfurche meist nicht in Verbindung. So kommt es zur Bildung einer besonderen Randwindung (g m) des Stirnlappens.

# Vierter Vortrag.

Meine Herren! Im vorigen Vortrage haben wir die äussere Form der Hirnrinde genauer betrachtet; heute kommen wir zunächst dazu, die Anordnung der elementaren Bestandtheile derselben zu untersuchen. Die Bevölkerung der Hirnrinde besteht aus den Ganglienzellen derselben und aus den Anfängen aller von diesen ausgehenden Axencylinderfortsätze; dazu kommen die Endstücke solcher Nervenfasern, welche aus Zellen der Rinde selbst oder der unterhalb derselben gelegenen grauen Massen stammen und ihre Endverästelung in der Rinde finden. Die kürzesten aus Rindenzellen kommenden Fasern bleiben während ihres ganzen Verlaufs innerhalb der Rinde. Die Ungleichheit in der Anordnung sowohl der Zellen als der Fasern an verschiedenen Stellen der Rinde musste schon vor jeder anderweitigen, physiologischen Ueberlegung darauf hinweisen, dass den einzelnen Rindenterritorien eine ungleiche functionelle Werthigkeit zukommt.

Drei der Form nach verschiedene Arten von Ganglienzellen kommen in der Grosshirnrinde vor: Pyramiden, Körner und Spindeln. Die Pyramiden (Fig. 38 a) fehlen in keinem Theile der Rinde ganz. Ihre Länge schwankt zwischen 10 und 40 $\mu$. Man hat die Vermuthung ausgesprochen, dass die Pyramiden und insbesondere die grossen Formen derselben motorische Eigenschaften besässen, und dass ihre Axencylinderfortsätze zu Nervenfasern des Stabkranzes, der inneren Kapsel und schliesslich des Hirnschenkelfusses würden. Diese Vermuthung stützt sich darauf, dass jene grossen Elemente gerade in den Theilen der Rinde besonders zahlreich sich finden, denen man schon eine motorische Function zuschrieb, als man

zuerst an eine Localisation in der Grosshirnrinde dachte, nämlich in den Centralwindungen. Ausserdem zeigen diese Zellen in der Form eine grosse Aehnlichkeit mit den grossen Ganglienzellen der Vorderhörner des Rückenmarks und der motorischen Nervenkerne des verlängerten Marks, denen ohne Zweifel als den unmittelbaren Erregern der Muskelzusammenziehung eine motorische Thätigkeit zuzusprechen ist. Andererseits darf man vielleicht annehmen, dass den hervorragend grossen Zellen auch ein besonders langer und kräftiger Nervenfortsatz entspricht; und es sind allerdings die Fasern der Pyramidenbahn, die aus den Centralwindungen und ihrer nächsten Umgebung entstammen — abgesehen von peripheren Nerven — die längsten Nervenfasern, die im Körper sich finden. An sich ist natürlich eine Nervenzelle oder -Faser niemals motorisch. Die Bewegung kommt nur dem Muskel zu. Eine Nervenzelle kann nur insofern motorisch genannt werden, als sie unmittelbar oder mittelbar durch ihren Axencylinderfortsatz mit einem Muskel in Verbindung steht und ihre Thätigkeit sich wesentlich darin äussert, eine Muskelzusammenziehung auszulösen. Einen qualitativen Unterschied zwischen motorischen und sensiblen Nervenzellen anzunehmen, liegt ein zwingender Grund nicht vor.

Die zweite Form der Ganglienzellen in der Grosshirnrinde ist das Korn (Fig. 35 b), eine kleine rundliche Ganglienzelle von etwa 8 bis 10 $\mu$ Durchmesser, an welcher oft, ausser dem Kern, nicht viel Protoplasma zu finden ist. Den Körnern schreibt man sensible Eigenschaften zu. Sie sind der Form nach ähnliche Elemente, wie die Zellen, welche sich in den Körnerschichten der Netzhaut, in der gelatinösen Substanz der aufsteigenden sensiblen Trigeminuswurzel und in den Hinterhörnern des Rückenmarks vorfinden. Sensibel sind diese Elemente nicht insofern zu denken, als in ihnen die vom Körper her kommenden Nervenfasern endigten, sondern insofern zu ihnen die Endverästelungen der aus körperwärts gelegenen Ganglienzellen stammenden Nervenfasern zunächst in Beziehung treten, und daher durch ihre Vermittelung erst die in der Rinde anlangenden peripheren Erregungen zu den übrigen Rindenzellen gelangen.

Das dritte in der Rinde vorkommende Element ist die Spindel (Fig. 38 c), eine 30 $\mu$ lange Ganglienzelle, die sich von der Pyramide nur unwesentlich in der äusseren Form unterscheidet.

Die drei Arten von Nervenzellen sind in dem grössten Theile der Rinde derart angeordnet, dass man 5 verschiedene Schichten von einander unterscheiden kann. Die äusserste, der Oberfläche zunächst liegende Schicht (Fig. 39 A a) ist fast ganz von Ganglienzellen frei; nur vereinzelt kommen kleine Nervenkörper darin vor. Die zweite schmale, aber sehr dicht bevölkerte Schicht ist die der kleinen Pyramiden (b). Dann folgt als dritte die breite, aber spärlich gefüllte Schicht der grossen Pyramiden (c); die Zellen dieser Schicht sind um so grösser, je näher sie der Markmasse liegen. Den Beschluss bilden zwei schmale Schichten, die vierte, dicht gefüllte, aus Körnern bestehende (d) und die fünfte, wiederum zellärmere, Spindelzellen enthaltende Schicht (e).

Die Pyramiden stellen überall ihre Längsaxe senkrecht zur Rindenoberfläche, gleichgiltig ob sie sich auf der Höhe, oder in den Seitenabhängen der Windungen, oder in der Tiefe der Furchen befinden (Fig. 40 py); dagegen verändert sich die Richtung der Spindeln (sp). Auf der Höhe der Windungen verläuft ihre Längsaxe parallel derjenigen der Pyramiden; sie stehen also auf der Spitze. Je weiter nach der Tiefe der Furche hin, um so mehr legen sie sich um, bis sie am Grunde der Furche vollständig liegen, ihre Längsaxe also mit der der Pyramiden einen rechten Winkel bildet. Da die Stabkranzfasern (pr) immer radiär zur Rinde bezw. zur Krümmung der Windungsoberfläche in die Tiefe dringen, die Associationsfasern (ass) aber, insbesondere die kurzen, um die Furchen herum und also möglichst der Furchenoberfläche parallel verlaufen, so kann man aus der Zellrichtung den Schluss ziehen, dass, wie die Stabkranzfasern aus den Pyramiden, so die Associationsfasern aus den Spindelzellen der Rinde entstehen; und dass alle länglichen Ganglienzellen ihre Längsaxe in die Richtung der aus ihr entspringenden Fasern stellen: ein Gesetz, welches schon aus der histologischen Betrachtung hervorgeht.

Die markhaltigen Nervenfasern in der Rinde ordnen sich derart, dass von der grossen Markmasse her eine radienförmige Einstrahlung von Bündeln markhaltiger Fasern in die Rinde stattfindet. Die Bündel (Fig. 39 A k) gelangen, immer dünner werdend, bis in die Schicht der kleinen Pyramiden hinein. Ausserdem finden sich durch die ganze Breite der Rinde Fasern, welche theils der Rindenoberfläche parallel, theils in allen möglichen

Richtungen durch einander laufen. Man kann dieses Fasernetz mit Rücksicht auf seine Lage zur radiären Einstrahlung mit Edinger in ein intraradiäres (i) und ein supraradiäres (g) Flechtwerk trennen; das erstere besitzt mehr und stärkere Fasern, als das letztere; indessen treten die radiären Bündel bis in das supraradiäre Flechtwerk hinein. An der Grenze zwischen beiden Abtheilungen, also ungefähr an der Grenze zwischen dritter und vierter Rindenschicht, findet sich eine stärkere Verdichtung des Fasernetzes (h), welche den Namen des Vicq d'Azyr'schen (Gennari'schen oder Baillarger'schen) Streifens trägt. Eine zweite sehr dichte Lage von der Oberfläche der Windung parallelen, im Uebrigen einander kreuzenden Fasern, tritt in der ersten, zellarmen Rindenschicht unmittelbar an der Oberfläche der Rinde auf (f); sie wird als Tangentialfaserschicht bezeichnet. Die radiären Bündel, den Vicq d'Azyr'schen Streifen und die Tangentialfaserung kann man an Präparaten mit guter Färbung der markhaltigen Fasern mit blossem Auge erkennen.

Dieses feine Flechtwerk der Rindenfasern ist es, welches Tuczek im Anfangsstadium der progressiven Paralyse zuerst im Stirnhirn und dann auch in den weiter nach hinten gelegenen Theilen der Rinde verschwinden sah. Durch die Untersuchungen Heinrich Lissauer's ist festgestellt, dass neben und gleichzeitig mit den Fasern auch die Zellen selber zu Grunde gehen, und dass die Fasern nicht nur in der Rinde, sondern in systematischer Weise auch in der Markmasse des Grosshirns degeneriren. So ist auch hier auf dem Wege der pathologisch-anatomischen Forschung die Einheit und Zusammengehörigkeit von Zelle und Faser erwiesen.

Die Centralwindungen zeichnen sich durch besonders grosse und zahlreiche Pyramidenzellen der dritten Schicht, sowie durch eine sehr starke radiäre Fasereinstrahlung aus. Eine verhältnissmässig starke radiäre Einstrahlung besitzt auch die Rinde der ersten Schläfewindung. In der Rinde der Spitze des Stirnhirns und im Gebiete der ganzen mittleren und unteren Stirnwindung, mitunter auch an anderen Stellen des Stirnhirns, erscheint der Vicq d'Azyr'sche Streifen verdoppelt.

Die Rinde an der medianen Fläche des Hinterhauptlappens zeigt in der Umgebung der fissura calcarina, also im calcar avis, der unteren Parthie des Zwickels und der oberen der Zungenwindung einen abgeänderten Typus (Fig. 39 B). Die Schicht der grossen Pyramiden fehlt ganz. Dafür ist die Körnerschicht sehr stark verbreitert und durch zwei eingelegte, an Ganglien-

zellen sehr arme Zwischenkörnerschichten, in drei Theilschichten zerlegt. Es folgen somit hier acht Schichten auf einander, von aussen nach innen gezählt: ganglienzellenarme Oberflächenschicht (a), Schicht kleiner Pyramiden (b), erste Körnerschicht (c), erste Zwischenkörnerschicht (d), zweite Körnerschicht (e), zweite Zwischenkörnerschicht (f), dritte Körnerschicht (g), Schicht der Spindelzellen (h). In den Zwischenkörnerschichten kommen vereinzelt oder in kleinen Häufchen in weiten Zwischenräumen ganz besonders grosse Pyramiden vor. Der Vicq d'Azyr'sche Streifen (l) ist innerhalb dieses Gebietes ungemein stark entwickelt, sodass man ihn schon am frischen Gehirn auf dem Durchschnitt der Rinde als weissen Längsstreifen erkennt (vergl. die Frontalschnitte Fig. 44—46 V).

Die fünfte Schicht der Spindelzellen ist besonders kräftig in der ganzen Gegend der Insel ausgebildet; Vormauer und Mandelkern bestehen ausschliesslich aus Spindelzellen. Das Ammonshorn enthält nur die dritte Schicht der grossen Pyramiden; alle anderen Zellformen sind hier ausgefallen.

Am gyrus hippocampi und am uncus des Schläfelappens ist die Tangentialfaserschicht so stark ausgeprägt, dass sie schon dem blossen Auge am frischen Gehirn als weisser getüpfelter Belag der Rinde erscheint. Ebenso erhält die Oberfläche der vorderen durchlöcherten Platte und ihrer Fortsetzung auf die mediane Fläche, des gyrus subcallosus, wie schon früher erwähnt, in Folge der Dicke der Tangentialfaserung einen weisslichen Farbenton. Im septum pellucidum ist von der ganzen Rinde fast nur der Belag der Tangentialfaserung erhalten und sehr verdickt; von dem übrigen Inhalte der Rinde ist hier nichts mehr vorhanden.

Das engmaschige Flechtwerk feiner Nervenfasern, welches die ganze Rinde durchzieht, besteht wahrscheinlich zum grössten Theile aus ganz kurzen Fasern, welche ihre Endverästelung in nächster Nähe ihrer Ursprungszellen finden, und die ihre Zellen mit unmittelbar benachbarten Rindenterritorien in Verbindung setzen. Diese Fasern bedürfen daher keiner genaueren Schilderung ihres Verlaufes. Um so dringender erscheint die Aufgabe, den Weg derjenigen Fasern zu verfolgen, welche in den radiär ziehenden Faserbündeln die Rinde verlassen und in die grosse Markmasse der Hemisphäre sich verlieren. Von einer jeden

kleinen eng umschriebenen Rindenstelle strahlen derartige Fasern nach allen Gegenden aus und vermitteln die Verbindung sowohl mit anderen Stellen der Rinde, als mit den unterhalb der Rinde liegenden Massen grauer Substanz.

Die alte Anschauung, dass eine einzelne Ganglienzelle durch eine grössere Anzahl von Fortsätzen, insbesondere durch die zahlreichen Verästelungen ihrer Protoplasmafortsätze mit allen möglichen anderen Ganglienzellen in unmittelbarer Verbindung stehe, lässt sich nach den neueren Untersuchungen nicht mehr aufrecht erhalten. Ob und in wie weit die Seitenäste und Endverästelungen des Axencylinderfortsatzes einer Zelle zu mehreren anderen Zellterritorien gelangen, darüber ist bisher nichts bekannt geworden. Es dürfte sich empfehlen anzunehmen, dass für die Functionen, die man früher einer einzelnen Zelle aufbürdete, in Wirklichkeit eine grosse Anzahl von Zellen zusammenwirken müssen. Eine solche Gruppe zusammengehöriger Zellen, von denen die einen den Verkehr mit subcorticalen Centren, in letzter Linie mit dem Körper aufrecht erhalten, während die andern ihre Fortsätze in andere Theile der Grosshirnrinde entsenden, mag den Namen einer Rindeneinheit führen; in derselben endigen die Fortsätze in anderen Hirntheilen gelegener Zellen. Wir können die Rindeneinheit als ein Ganzes betrachten und im weiteren Verfolg der Untersuchung davon absehen, ob eine Nervenfaser aus einer Zelle der Rindeneinheit entspringt, oder innerhalb der letzteren ihr Ende besitzt. Auf Fig. 41 sehen Sie die zu einer einzelnen Rindeneinheit (R E) gehörigen Fasern schematisch dargestellt. Die von der Rinde ausstrahlenden Fasern zerfallen hinsichtlich ihrer Bedeutung in zwei grosse Gruppen: die Associationsfasern, welche die verschiedenen Theile der Rinde mit einander verknüpfen, und die Projections- oder Stabkranzfasern, welche die Fläche der Rinde auf die unterhalb derselben gelegenen Centren, beziehentlich auf die Körperperipherie und die Kleinhirnrinde projiciren. Die erste Gruppe zerfällt in drei Unterabtheilungen. Ein Theil dieser Fasern bleibt innerhalb eines umschriebenen grösseren Rindenbezirks, jedenfalls innerhalb desselben Grosshirnlappens und verbindet Rindentheile gleichartiger oder verwandter Function mit einander; das sind die kurzen Associationsfasern (11). Die zweite Unterabtheilung ist diejenige der langen Associationsfasern (12), welche verschiedene Hirnlappen, also jedenfalls Centren

verschiedener Function zu einander in Beziehung setzen. Die dritte Unterabtheilung ist eigentlich nur eine Abart der zweiten: sie enthält die Fasern, welche Rindenstellen der einen Hemisphäre mit solcher der anderen verknüpfen; diese Fasern heissen Balken- oder Commissurfasern (9).

Auch in der zweiten Hauptgruppe sind mehrere Unterabtheilungen zu unterscheiden, welche ich in der allgemeinen Uebersicht des ersten Vortrages bereits erwähnt habe. Fast alle hierher gehörigen Fasern haben das Gemeinsame, dass sie in den Anfangstheil der inneren Kapsel, dort wo dieselbe in den Stabkranz übergeht, eintreten. Ein Theil der Projectionsfasern (3) verliert sich in die Ganglien der Haube: den Sehhügel mit seinem Zubehör (Th) und die Vierhügel; die anderen treten in den Fuss des Hirnschenkels über, um innerhalb der Brücke eine weitere Trennung zu erleiden. Bei weitem der grösste Theil (2) der Hirnschenkelfussfasern endet in den grauen Massen der Brücke; die aus diesen Brückenkernen wieder heraustretenden Fasern überschreiten, im rechten Winkel zur Hirnschenkelfussbahn abbiegend, die Mittellinie, kreuzen sich hier mit den entsprechenden Fasern der anderen Seite und gelangen im Brückenarm aufwärts verlaufend in die Rinde des Kleinhirns (Cb). Der kleinere Rest der Hirnschenkelfussbahn (1) tritt unterhalb der Brücke wieder aus derselben heraus, bildet die Pyramiden des verlängerten Marks und verläuft als Pyramidenvorder- (1″) und Seitenstrangbahn (1′) zu den Vorderhörnern der grauen Substanz des Rückenmarks. Während Sehhügel- und Kleinhirnfasern aus allen Theilen der grauen Rinde mit Einschluss des Streifenhügels zu kommen scheinen, beschränkt sich die Verbindung der Rinde mit dem Höhlengrau, soweit sie in stärkerem Masse nachweisbar ist, auf die Centralwindungen und ihre nächste Nachbarschaft, diejenigen Rindenparthien also, welche sich durch die starke Entwickelung der dritten Zellenschicht der Rinde und der radienförmigen Einstrahlung auszeichnen (vergl. auch Fig. 80).

Auf dem Durchschnitte durch ein frisches Gehirn erscheint die Gesammtheit der die Rinde verlassenden Nervenfasern als eine gleichförmige weisse Masse, in welcher Einzelheiten nicht zu unterscheiden sind. Innerhalb dieser Masse, des centrum semiovale Vieussenii, laufen aber die Fasern nicht wirr durcheinander, sodass sie einen gleichmässigen und unentwirrbaren

Filz bildeten, sondern sie gruppiren sich bald nach ihrem Austritte aus der Rinde zu starken, deutlich von einander zu sondernden Bündeln und Schichten. Diese Schichten lassen sich an dem in Alkohol gehärteten Gehirn durch anatomische Präparation von einander trennen; sie zeichnen sich auf frischen Schnitten durch das in Müller'scher Lösung gehärtete Organ durch ihren verschiedenen Farbenton, sowie auf gefärbten dünnen und durchsichtigen Gehirnabschnitten durch ihre verschiedene Reaction gegen Farbstoffe aus. Die Figuren 44—57 sind nach solchen Schnitten gezeichnet, auf denen alle markhaltigen Fasern mit Hämatoxylin dunkel gefärbt sind. Endlich dienen die entwickelungsgeschichtliche Thatsache, dass Fasern verschiedener Function zu verschiedenen Zeiten des embryonalen Lebens ihre Markhüllen erhalten, und die pathologischen Erscheinungen der systematischen Degeneration als Hülfsmittel zur Trennung der verschiedenen Fasergruppen von einander. Die Schichtung der Fasern wird durch das Gesetz bedingt, dass eine jede Faser ihr Ziel auf dem kürzesten Wege zu erreichen sucht, soweit ihr das die entwickelungsgeschichtlich begründeten Eigenheiten des Hirnbaus gestatten. In Folge dessen finden sich die Fasern, die nach demselben oder nach benachbarten Zielen streben, sehr bald zusammen, und es liegen die kürzesten Fasern zunächst der Rinde, die längsten inmitten der Markmasse, daher im Allgemeinen zunächst dem Ventrikel.

Bei der Betrachtung der Faserung im Einzelnen geht man am besten von den Balkenfasern aus. Dieselben laufen von der Durchbruchsstelle des Balkens an der Medianfläche der Hemisphäre aus horizontal nach aussen und stossen hier zunächst auf den Seitenventrikel, welchen sie in einem leichten, nach der Rinde zu convexen Bogen umgehen. Dieser Bogen richtet seine Wölbung naturgemäss in den vorderen Theilen des Gehirns nach vorn, in den oberen nach oben, in den hinteren nach hinten. (Fig. 48—56 zeigen den Bogen längsgeschnitten, in Fig. 57 ist das vorderste Stück desselben quer abgetrennt und erscheint daher inmitten der übrigen Markmasse.) Jenseits des Ventrikels angelangt, treffen die Balkenfasern auf die von der inneren Kapsel herkommenden und deren Richtung zunächst beibehaltenden Projectionsfasern des Stabkranzes. Beide Systeme durchflechten einander, und indem sie sich gegenseitig schichtweise

abblättern, scheint es, dass Antheile von beiden in alle Theile der Hirnrinde gelangen. Da das Vorderhorn des Seitenventrikels sich nach vorn weit über die Frontalebene des Balkenknies hinaus erstreckt, ist der vordere Bogen der Balkenfasern ein besonders ausgiebiger. Die Fasern aus dem Balkenknie ziehen, nachdem sie in die Hemisphäre eingetreten sind, erst nach vorn, biegen dann eine ganze Strecke vor dem vorderen Ende des Vorderhorns (der hintere Rand des Balkenbogens bleibt 6—8 mm vom Vorderhorn entfernt) nach aussen um, laufen in einem nach vorn gewölbten Halbkreise nach aussen und sodann, im Bogen weiterziehend, soweit sie sich nicht in den vorderen Theil des Stirnhirns verloren haben, aussen vom Ventrikel wieder nach hinten zurück. Diese rückwärts ziehende Faserung (rl Fig. 56) wird durch oben aus dem hinteren Theil des Balkenknies und unten aus dem Balkenschnabel kommende, jenseits des Ventrikels ebenfalls nach hinten umbiegende Fasern verstärkt. Der zwischen der vorderen Wand des Vorderhorns und dem Balkenbogen frei bleibende Raum ist durch das vordere Stück des noch zu erwähnenden fasciculus nuclei caudati (f n c) ausgefüllt. Diesem Faserzuge und dem Vorderhorn sitzt der vordere Balkenbogen wie eine Kappe auf. Auf dem Frontalschnitte (Fig. 56) erscheint daher der Balken als ein rings um diese Theile geschlossener Ring. Die umgebogenen Fasern aus dem vorderen Balkenbogen laufen also den nach aussen von ihnen gelegenen, von hinten nach vorn ziehenden Stabkranzfasern (c r Fig. 56) gerade entgegen. Der oberste Antheil der rückläufigen Fasern zieht an der äusseren unteren Kante des geschwänzten Kerns aussen vom fasciculus nuclei caudati ziemlich weit nach hinten und gelangt bis etwa zur Mitte des ersteren. Es scheint, dass alle diese Fasern nach und nach nach aussen umbiegen und so schliesslich doch alle in die Rinde der convexen Fläche des Stirnlappens gelangen.

Die Fasern des über der cella lateralis des Seitenventrikels befindlichen oberen Balkenbogens weichen in ähnlicher Weise wie diejenigen des vorderen Balkenbogens dem dem geschwänzten Kern auflagernden fasciculus desselben nach oben aus (Fig. 50 bis 55). Ein Theil dieser Fasern läuft ebenfalls jenseits des fasciculus nuclei caudati eine Strecke weit nach hinten und biegt dann wieder nach aussen um, nimmt also einen bajonetförmigen Weg.

Besondere Beachtung verdient das Verhalten der für Hinterhaupt- und Schläfelappen bestimmten Balkenfasern. Die beiden Schläfelappen des Grosshirns sind durch die zwischen sie eingeschobenen Gehirntheile des Zwischen- und Mittelhirns getrennt; die zu ihnen gehörenden Balkenfasern können deswegen nicht unmittelbar aus einer Hemisphäre in die andere hinübertreten: die Durchbruchslinie des Balkens kann dem allgemeinen Hemisphärenbogen nicht in den Schläfelappen hinabfolgen. Aus diesem Grunde geschieht die hintere und untere Umbiegung der Durchbruchslinie im Balkenwulste selber, indem das hinterste Ende des Balkens rückwärts umgeschlagen ist und sich unmittelbar unter dem ursprünglich davor gelegenen Theil befindet. Der Balkenwulst hat deshalb die doppelte Dicke des übrigen Balkens (Fig. 34 und 48). Aus der unteren Parthie des Balkenwulstes laufen die für den Schläfelappen bestimmten, ursprünglich also hintersten und jetzt mehr nach vorn gelangten Balkenfasern über den absteigenden Theil des Seitenventrikels hinweg nach aussen, biegen jenseits des Ventrikels nach unten um und laufen aussen vom Ventrikel seiner ganzen Länge nach in einem leicht nach hinten gewölbten Bogen abwärts (Fig. 48 t. Das hinterste Stück des Bogens liegt hinter der Ebene des Schnitts; man sieht nur das obere und das untere Stück). Mit dem Unterhorn biegt dieses Faserbündel nach vorn um und gelangt, beständig die Aussenwand des Unterhorns bekleidend und stets Fasern nach der Rinde abgebend, in immer dünner werdender Schicht bis an das vordere Ende des Unterhorns (Fig. 49, 50 t). Diese Faserlage hat wegen ihrer Beziehung zur Aussenwand des Ventrikels den Namen tapetum erhalten.

In ähnlicher Weise verhält sich der Balkenantheil des Hinterhauptlappens, der forceps. Der grösste Theil dieser aus der hinteren Parthie des Balkenwulstes stammenden Faserung läuft als oberer Forcepsantheil (Fig. 47 und 46 f s) über dem Hinterhorn nach hinten gegen den Hinterhauptpol des Gehirns. Ein kleineres Bündel geht medianwärts vom absteigenden Theil des Seitenventrikels nach unten, biegt, an der unteren vorderen Begrenzung des Hinterhorns angelangt, nach hinten um und läuft als unterer Forcepsantheil (f i) unter dem Hinterhorn nach hinten. Diejenigen Fasern aus dem oberen Forcepsantheil, welche für die untere Hälfte der convexen Fläche des hinteren Scheitel-

lappens und des Hinterhauptlappens bestimmt sind, laufen zunächst in einer dicken Lage an der Aussenwand des Hinterhorns nach unten (f l), bevor sie Faserbündelchen für Faserbündelchen nach aussen abbiegen, um der Rinde zuzustreben. Da eine dünne Faserlage (Fig. 46 f m), welche von dem absteigenden Stück des kleinen unteren Forcepsantheils sich loslösend nach hinten zieht, die mediane Wand des Hinterhorns überkleidet, so ist dasselbe auf allen Seiten von Balkenfasern umgeben, wie der Kern einer Zwiebel von der innersten Schale derselben. Der obere Forcepsantheil versorgt mittelst direct aus ihm austretender Fasern den Zwickel, den hinteren Theil des Vorzwickels und den oberhalb der Interparietalfurche gelegenen Theil der convexen Fläche; ferner aus der lateral vom Hinterhorn absteigenden Faserlage die Rinde von der Interparietalfurche an abwärts bis etwa zur Mitte der Spindelwindung. Der untere Forcepsantheil versieht die mediane Hälfte der Spindelwindung, die Zungenwindung und die Rinde des calcar avis mit Balkenfasern.

Man hat früher angenommen, dass der Balken dazu da sei, symmetrisch gelegene Rindenstellen beider Hemisphären mit einander zu verbinden. Diese Angabe dürfte höchstens für einen sehr kleinen Theil der Balkenfasern richtig sein. Vielmehr weist die anatomische Beschaffenheit des Balkens darauf hin, dass demselben im Wesentlichen die Aufgabe zukommt, einen beliebigen Theil einer Hemisphäre, etwa eine Rindeneinheit, mit jeder Rindeneinheit der anderen Hemisphäre zu verbinden, und so die beiden getrennten Hälften des Grosshirns in ein einheitliches Ganzes zusammenzufassen. Die Physiologie erfordert eine vorzugsweise Verbindung symmetrischer Theile beider Hemisphären nicht: wo, wie beim Athmen oder Sprechen, symmetrische Muskeln beider Körperhälften zusammenwirken, geschieht die Coordination subcortical durch die Commissurfasern im Höhlengrau. Für den Zweck einer Verbindung bloss symmetrischer Theile erscheint das Organ viel zu massig. Die Anzahl seiner Fasern ist eine sehr viel mal grössere, als z. B. die der Pyramidenbahn, und dürfte der Faseranzahl der ganzen inneren Kapsel kaum etwas nachgeben. Man sollte, falls die alte Annahme richtig wäre, erwarten, dass die Bündel der Balkenfasern glatt neben einander, ohne sich zu stören, über die Mittellinie hinüberliefen. Einen solchen glatten Verlauf, der eine Trennung der Bündel durch

anatomische Präparation ermöglichte, zeigen die Balkenfasern nicht. Je mehr sie sich der Mittellinie nähern, um so stärker verfilzen sie sich; sie laufen derart durch einander, dass jenseits der Mittellinie Fasern aus allen Rindenbezirken der einen Hemisphäre neben einander zu liegen kommen können.

Dem Commissurensystem des Grosshirns gehört auch das Bündel der vorderen Commissur an. Der Verlauf desselben ist zum Theil schon im zweiten Vortrage geschildert worden. Ich will dem damals Gesagten hinzufügen, dass auch die vordere Commissur, wie die Fasern aus dem Balkenknie, in einem nach vorn convexen Bogen der Mittellinie zustrebt; Sie sehen auf Fig. 53 dieses vordere Bogenstück durch den Frontalschnitt vollständig von seinen Fortsetzungen sowohl nach der Mittellinie als nach der Rinde losgetrennt. Lateral biegt das Bündel im Bogen nach hinten und dann nach hinten und unten um, sodass es auf Fig. 52 im Querschnitt, auf Fig. 51 schon im Längsschnitt, nach unten aussen in den Schläfelappen hinein strebend, erscheint. Die Fasern der vorderen Commissur verbinden in ihrer grossen Masse die Rinde beider Schläfelappen, in einem ganz kleinen, durch die vordere durchlöcherte Platte abwärts ziehenden Antheil beide Riechlappen mit einander. In den Hinterhauptlappen lässt sich kein nachweisbarer Bruchtheil der Commissur verfolgen. Eine Verflechtung der Fasern gegen die Mittellinie, wie beim Balken, findet hier nicht statt; die Commissur lässt sich leicht in einzelne, glatt neben einander her ziehende Bündel zerlegen. Nur erleidet jede seitliche Hälfte eine spiralige Drehung um ihre Längsaxe. Für die Commissurfasern erscheint es daher nicht unwahrscheinlich, dass dieselben vorwiegend symmetrische Rindenbezirke beider Schläfelappen mit einander verbinden.

Die aus der inneren Kapsel austretenden und der Rinde zustrebenden Projectionsfasern kreuzen sich mit den sie durchbrechenden Balkenfasern nicht Faser für Faser, sondern Bündel für Bündel. Sie geben deswegen rein herauspräparirt (Fig. 42, vgl. auch Fig. 28), ganz besonders in ihrem scheitelwärts ziehenden Antheile, das Bild einer von Strahlen umgebenen Sonne, deren Kern die laterale Fläche des Linsenkerns bildet und von deren Strahlenfigur das untere vordere Stück fehlt. Von diesem Aussehen rührt der Name der corona radiata her, Strahlenkranz richtiger übersetzt, als Stabkranz. Der sagittal nach vorn und vorn oben ziehende Stirnhirn-

antheil des Stabkranzes (F) bildet eine vertical stehende, mit ihrem vorderen Rande in leichtem Bogen gegen die mediane Kante der Hemisphäre sich wendende breite Platte (Fig. 55 bis 57 c r im Querschnitt), welche unmittelbar lateralwärts von den rückläufigen Fasern des vorderen Balkenbogens liegt und auf ihrem Wege nach vorn durch Faserabgabe an die Rinde beständig sich verschmälert und niedriger wird. Auf dem Querschnitt lässt sich eine mediane mit Hämatoxylin sich heller und eine laterale sich dunkler färbende Parthie unterscheiden. Nach unten zieht sich die Faserplatte in eine dünne Schicht aus (Fig. 56 und 57); die nach oben aus ihr austretenden Fasern verhalten sich ähnlich wie die gleich zu schildernden Fasern der von vorn herein aus der inneren Kapsel aufwärts strebenden Faserschicht, in welche die vordere Platte, wie früher schon bemerkt, allmählich übergeht. Diese obere Stabkranzplatte zieht in ihrem am deutlichsten hervortretenden Antheile in einem nach aussen gewölbten leichten Bogen gegen die mediane Kante der Hemisphäre hin und versorgt damit die Gegend der dritten Urwindung. Nach der convexen Fläche sondern sich von dieser gebogenen Platte zwei Faserblätter für die Rinde der ersten und zweiten Urwindung ab, welche sich viel weniger weit zur Rinde hin verfolgen lassen, als die Schicht für die dritte Urwindung. Das dünne Blatt für die vierte Urwindung biegt sich über den oberen Balkenbogen hinüber und zieht schräg nach unten innen in den gyrus fornicatus hinein (Fig. 50—54).

Die in den Hinterhauptlappen ziehende hintere Faserplatte verläuft anfänglich nur lateral vom absteigenden Theil des Seitenventrikels und des Hinterhorns, von diesen durch das tapetum und die aus dem oberen Forcepsantheil am Hinterhorn absteigende Balkenfaserlage getrennt (Fig. 47 und 48 c r). Dadurch dass über und unter den das Hinterhorn zunächst einhüllenden Balkentheilen fortlaufend Stabkranzfasern medianwärts ziehen und, jenseits des Hinterhorns angelangt, zum Theil wieder nach hinten umbiegen, umgiebt sich schliesslich das Hinterhorn von allen Seiten mit einer Schicht von Stabkranzfasern, die eine zweite Zwiebelschale des Horns, aussen von der ersten durch den Balken gebildeten darstellen (Fig. 45—47 c r). Der Stabkranz des Schläfelappens ist an Masse verhältnissmässig geringfügig. Seine Fasern treten als ein dichtes Bündel unter dem

hinteren Theile des Linsenkerns, zwischen diesem und dem Endstücke vom Schwanze des Schweifkerns nach aussen (Fig. 50 und 51 c r t), ziehen lateral vom tapetum am Unterhorn des Seitenventrikels abwärts und vertheilen sich in die Rinde des Schläfelappens. Die für den vorderen Theil des Lappens bestimmte Faserung läuft nach vorn umbiegend parallel den Tapetumfasern an diesen entlang; die Fasern für das Ammonshorn ziehen, ähnlich den entsprechenden zur medianen Fläche des Hinterhauptlappens laufenden Stabkranzfasern, fortlaufend im Bogen um das ganze Unterhorn herum.

Ein kleiner Bruchtheil der Projectionsfaserung nimmt einen besonderen Weg und tritt in keine Beziehungen zur inneren Kapsel. Das sind Fasern, die wahrscheinlich aus den vorderen Theilen der Rinde der Insel und des Schläfelappens stammen, zum Theil wohl auch aus derjenigen grauen Masse kommen, welche die Zusammenflussstelle vom Kopfe des Streifenhügels, der vorderen durchlöcherten Platte und dem Mandelkern bildet (Fig. 51 und 52 A). Diese Fasern laufen unterhalb des Streifenhügels hinter der vorderen durchlöcherten Platte, zwischen dem Streifenhügelkopf und der sie von unten her deckenden, eine Fortsetzung der durchlöcherten Platte bildenden grauen Substanz medianwärts, treten dann zwischen dem Sehstreifen und der unteren Begrenzung des Hirnschenkelfusses, unmittelbar vor dessen Austritt aus der Hemisphäre, hindurch und schlingen sich im Bogen um den Hirnschenkelfuss herum nach oben (Fig. 52 a p). Von den vordersten Schläfelappenfasern der inneren Kapsel bleiben sie durch die breite Verwachsung zwischen dem Linsenkern, dem Schwanze des Schweifkerns, dem Mandelkern und der Rinde des Schläfelappens getrennt. Diese ganze Faserung führt den Namen der Hirnschenkelschlinge (ansa peduncularis). Die Fasern biegen zum Theil in die Richtung der übrigen Projectionsfaserung ein, indem sie sich den abwärts ziehenden Fasern der Haube zugesellen, zum Theil endigen sie als unterer und innerer Sehhügelstiel in der vorderen Hälfte des Sehhügels. Von oben her legen sich der Hirnschenkelschlinge die noch näher zu beschreibenden, in derselben Richtung ziehenden Fasern der Linsenkernschlinge (Fig. 52 a l) an.

Der zwischen den dichten Bündeln und Schichten des Balkens und Stabkranzes einerseits und der grauen Rinde andererseits übrig

bleibende Raum wird wesentlich durch die Associationsfasern ausgefüllt, durch deren Lagen die Fasern jener tiefliegenden Systeme einzeln oder in ganz dünnen, aus wenig Fasern bestehenden Bündelchen hindurchtreten. Zunächst der Rinde liegen die kurzen Associationsfasern. Die oberflächlichsten derselben verbinden unmittelbar benachbarte Windungen mit einander; sie ziehen überall in der Tiefe der Furchen quer zur Richtung derselben um die Rindenauskleidung herum und bilden so Lagen in der Form von Dachrinnen. Die tiefer gelegenen Fasern überspringen eine Windung, um erst in der zweiten zu endigen; je tiefer man kommt, um so länger werden die Fasern, sodass im Hinterhauptlappen die am weitesten nach innen liegenden von der oberen Kante der Hemisphäre bis zur unteren Fläche derselben zu ziehen scheinen. Die Hauptrichtung der tiefer liegenden Fasern geht im Allgemeinen der Längsaxe des Hemisphärenbogens parallel; im Scheitellappen und Schläfelappen laufen sie grossentheils von vorn nach hinten, im Hinterhauptlappen von oben nach unten. Im Hinterhauptlappen und der hinteren Parthie des Scheitel- und Schläfelappens ist diese Lage von oben nach unten ziehender kurzer Associationsfasern ganz besonders stark ausgebildet (a br Fig. 43). Von vorn nach hinten ziehende Bündel findet man in grösseren Mengen im gyrus fornicatus und im Klappdeckel der Insel, an welchen Stellen sie sich den gleich zu beschreibenden langen Zügen eng anschliessen.

Aus physiologisehen Gründen ist anzunehmen, dass alle entfernteren Theile der Rinde durch lange Associationsfasern mit einander zusammenhängen. Für diesen Zweck scheint mir ein verhältnissmässig weitmaschiges Netz nach allen Richtungen einander durchkreuzender starker Nervenfasern von Bedeutung zu sein, welches man unter dem Mikroskop an allen Stellen der Associationsfaserung sieht. Auch dort, wo bei oberflächlicher Betrachtung nur Fasern einer Richtung zusammen zu liegen scheinen, erkennt man bei genauerem Zusehen stets eine grössere Anzahl einzelner Faserquerschnitte, welche durch die Hauptschicht hindurchtretenden Fasern angehören. Stärkere und schon grob anatomisch nachweisbare Bündel und Schichten langer Associationsfasern gehen indessen nur vom Schläfelappen aus, der, wie es scheint, auf diese Weise mit dem grössten Theile der übrigen Rinde in unmittelbarer Verbindung steht.

An der convexen Fläche der Hemisphäre befindet sich am Fusse der Insel das Hakenbündel (fasciculus uncinatus, f u Fig. 43, 52, 53), dessen Fasern von der Rinde des Schläfelappens aus schräg nach vorn und oben ziehen und, fächerförmig gegen einander laufend, sich zu einem Stiele zusammendrängen, welcher über der Rinde des Inselfusses zwischen dieser, der vorderen unteren verbreiterten Kante der Vormauer und der lateralen Fläche des Linsenkerns ins Stirnhirn hinübertritt und seine Fasern in die Rinde der orbitalen Fläche, zum Theil auch der unteren Stirnwindung zerstreut. Nach oben zieht sich das Hakenbündel als eine allmählich dünner werdende Lage über die untere Hälfte der lateralen Linsenkernfläche und der diese bedeckenden Fasern der äusseren Kapsel fort. Ueber der Oberspalte der Insel zieht in der Tiefe der dieselbe begrenzenden Windung, des Klappdeckels, am oberen Rande des Linsenkerns und den Fasern der äusseren Kapsel desselben von aussen aufgelagert das obere Längsbündel (fasciculus arcuatus s. longitudinalis superior, f a Fig. 43) um die Oberspalte der Insel herum und verbindet die hintere Parthie des Schläfelappens mit der convexen Fläche des Scheitel- und Stirnhirns. Die in der ganzen Länge der Balken-Hakenwindung parallel der Richtung derselben verlaufenden, den Balken und die unter ihm liegenden Theile des Zwischenhirns wie ein ringförmiger, vorn unten unterbrochener Bogen umgebenden Fasern der Zwinge (cingulum, cg Fig. 43) verbinden den gyrus hippocampi mit der medianen Fläche des Stirn- und Scheitellappens und in ihren längsten Fasern mit dem median gelegenen Theil der Randwindung des ersteren. Alle drei Bündel haben, wie Sie sehen, einen gleichförmigen Verlauf längs des Hemisphärenbogens und scheinen Theile einer grossen Faserschlinge zu sein, welche den Schläfelappen mit der Rinde des Scheitel-Stirnlappens verbindet. Durch den sich dazwischen drängenden, der Inselrinde sehr dicht sich anlegenden Linsenkern einerseits, andererseits durch die hindurchtretende dichte Masse der Balken- und Stabkranzfaserung ist diese grosse Schlinge in die drei Bündel gespalten worden.

Auf den Frontalschnitten sehen Sie in Fig. 57 das im Stirnlappen aufsteigende, in Fig. 47 das im Scheitellappen absteigende Stück des Zwingenbogens, auf den dazwischen liegenden Frontalschnitten ist die Zwinge meist zweimal, in Fig. 54—56 in der

oberen und unteren Hälfte des Stirnhirns, in Fig. 48—50 oben im Scheitellappen und unten im Schläfelappen quer geschnitten. Fig. 51—53 treffen unten gerade die Lücke des Zwingenbogens, sodass derselbe hier nur einen Querschnitt oben zeigt. Das Hakenbündel ist in Fig. 52 in dem hinter dem Inselfuss gerade aufsteigenden Stück, in Fig. 53 in seinen nach vorn in den Stirnlappen hineinziehenden Parthien sichtbar. Das obere Längsbündel ist auf den Frontalschnitten nicht zu erkennen. Sein Durchschnitt ist auf den Fig. 50—53 unmittelbar nach aussen von den aus der inneren Kapsel aufsteigenden Stabkranzfasern, über der Inselrinde und der lateralen Fläche des Linsenkerns zu suchen und zieht sich von hier zipfelförmig in den Durchschnitt des Klappdeckels der Insel hinein.

Durch eine besonders auffällige und starke Faserschicht, das untere Längsbündel (fasciculus longitudinalis inferior, f l i Fig. 43) ist der Schläfelappen mit dem Hinterhauptlappen verbunden. Diese Schicht läuft als ein breites und dickes Band unter dem Unterhorn, von diesem durch den Stabkranz des Schläfelappens und das tapetum getrennt, nach hinten, indem es sich durch aus der Rinde des Schläfelappens zuströmende Fasern fortwährend vergrössert. Während das Bündel auf der Aussenseite fast die Rinde der hinteren Ausbuchtung der Sylvi'schen Spalte erreicht, schickt es medianwärts einen Ausläufer tief in die Markmasse des gyrus hippocampi hinein, erstreckt sich also durch die ganze Breite des Schläfelappens (Fig. 51—48 im Querschnitt). In dem Verlaufe nach hinten erheben sich die Kanten dieses Bandes und schieben sich allmählich, lateral und median vom Hinterhorn und den dasselbe umgebenden Schichten des forceps und des Stabkranzes, immer höher hinauf, indem seine Randfasern schräge nach oben hinten ziehen (Fig. 48—46). Schliesslich vereinigen sich die beiden Seitenblätter oberhalb des Hinterhorns; und nun bildet das ganze Bündel eine dritte, das Hinterhorn allseitig umgebende Zwiebelschale (Fig. 46—44), welche in ihrem Verhältniss zur Stabkranzschicht als dem stratum sagittale internum den Namen eines stratum sagittale externum des Hinterhauptlappens verdient. Weiter nach hinten wird die Schicht wieder dünner, indem sie fortlaufend Fasern an die Rinde des Hinterhauptlappens abgiebt.

Als eine besondere Eigenthümlichkeit besitzt der Hinterhauptlappen eine Faserschicht, welche zwischen kurzen und langen

Associationsfasern in der Mitte zu stehen scheint. Das sind Fasern, die aus dem Zwickel und der Zungenwindung kommen, als eine dichte Schicht über und unter dem Hinterhorn und dessen Zwiebelschalen nach aussen und zum Theil etwas nach vorn ziehen und sich in der Rinde der convexen, theilweise auch der unteren Fläche des Hinterhauptlappens, vielleicht in ihrem am weitesten nach vorn gelangenden Zuge in der Rinde des Scheitellappens verlieren. Dieses stratum transversum cunei et gyri lingualis bildet neben der besonderen Anordnung der Ganglienzellen und dem starken Hervortreten des Vicq d'Azyr'schen Streifens ein drittes anatomisches Kennzeichen der Rinde in der Umgebung der fissura calcarina. Sie sehen die Schicht (f t) auf den Frontalschnitten Fig. 44—46.

Wir haben nunmehr als den letzten Theil des Vorderhirns den Streifenhügel und seine Faserverbindungen zu besprechen. Man muss an diesem sog. Stammganglion des Vorderhirns zwei von einander gänzlich verschiedene Theile unterscheiden, einen grossen äusseren, welcher wohl der grauen Hirnrinde zuzurechnen ist, und der aus dem ganzen Schweifkern und dem äusseren Gliede oder putamen des Linsenkerns besteht (vergl. Fig. 41 N l), und einen kleinen Theil, welcher durch die drei inneren Glieder des Linsenkerns, den globus pallidus (Gl p), gebildet wird. Die inneren Glieder sind von einander und vom putamen durch abwärts ziehende Faserlamellen getrennt, in denen wesentlich aus der inneren Kapsel austretende Stabkranzfasern aus der Rinde abwärts ziehen, welche unter dem Linsenkern median abbiegend unter den Sehhügel gelangen; sie bilden die Edinger'sche Haubenstrahlung (vergl. Fig. 50—55). Der globus pallidus dürfte als eine subcorticale graue Masse aufzufassen und den grauen Massen des Sehhügels gleichzustellen sein. Der Schwanzkern und das äussere Glied des Linsenkerns besitzen zwei Arten von Ganglienzellen, grosse vielstrahlige Zellen von einem Durchmesser von 30 $\mu$ und kleine der Form nach ähnliche, welche aber nur eine Grösse von 15 $\mu$ erreichen. Ein Flechtwerk feiner markhaltiger Nervenfasern, ähnlich dem supraradiären Fasergeflecht der grauen Rinde, durchzieht beide mit einander zusammenhängende graue Massen.

Das wichtigste Faserbündel, welches den Streifenhügel mit der grauen Rinde verbindet, und das daher die Associationsfasern

beider Hirntheile enthält, ist der fasciculus nuclei caudati. Dieses Bündel begleitet den Schwanzkern, mit ihm parallel ziehend, längs seiner ganzen, der medianen Hemisphärenkante zugekehrten Fläche, lateral vom Seitenventrikel. Es liegt unmittelbar nach innen vom Balken in der Höhlung des vorderen und oberen Balkenbogens und hilft so die laterale Wand des Seitenventrikels bilden. Die Fasern des Bündels steigen vor dem Kopf des Streifenhügels senkrecht in die Höhe (auf dem Frontalschnitt Fig. 56 f n c in ihrer Längsrichtung getroffen), biegen mit der Aussenfläche desselben nach hinten um und begleiten den Schwanz des Kerns, horizontal weiter ziehend, nach hinten (Fig. 55—50 im Querschnitt). An seiner lateralen Seite liegen ihm die rückläufigen Balkenfasern an; unterhalb derselben und weiter hinten, wo sie aufgehört haben, wird das Bündel lateral von den aus der inneren Kapsel aufsteigenden Stabkranzfasern begrenzt. Der Querschnitt des Bündels verkleinert sich nach hinten im Verhältniss mit der Grössenabnahme des Schwanzkerns selbst, sodass dasselbe am absteigenden Stück des Schwanzes nur noch andeutungsweise vorhanden ist. Mit einer dünnen auslaufenden Schicht überzieht das Bündel als eine Art von Kapsel auch die freie, in die Ventrikelhöhle sehende Oberfläche des Kerns. Aus dem Bündel treten fortwährend Fasern in die Masse des nucleus caudatus hinein, um sich hier in das feine Fasergeflecht desselben aufzulösen. Es scheint, dass die das Bündel zusammensetzenden Fasern aus der gesammten Rinde des Stirn- und Scheitellappens und der Insel entspringen. Ein starker Zuzug kommt gerade von vorn und gelangt, den vorderen Balkenbogen durchsetzend und zwischen dessen vorwärts und rückwärts laufenden Schenkeln nach hinten ziehend, in das aufsteigende Stück des Bündels. Ein weiterer Zuzug wird durch den grössten Theil der Fasern der äusseren Kapsel gebildet, welche, fächerförmig von unten nach oben auseinander laufend, die laterale Fläche des Streifenhügels bedecken. Die Fasern der äusseren Kapsel kommen aus der Rinde der Insel oder der Vormauer, laufen in einer immer dicker werdenden Schicht zwischen Vormauer und Linsenkern nach oben oder in ihren vorderen und hinteren Antheilen nach vorn oben und hinten oben, durchbrechen, an der Kante des Linsenkerns angelangt, die aufsteigenden Fasern des Stabkranzes unterhalb ihrer Durchflechtung mit den Balkenfasern und gelangen

so, in kleine Bündelchen zersprengt (Fig. 51), in das Schwanzkernbündel hinein. Die innerste der Linsenkernoberfläche unmittelbar aufgelagerte dünne Schicht der äusseren Kapsel besteht aus dickeren, von der übrigen Masse derselben deutlich sich abhebenden Fasern. Während ihres Verlaufs am Linsenkern aufwärts giebt die äussere Kapsel auch an diesen beständig Antheile ihrer Faserung ab. Der hintere gezähnte Rand des Linsenkerns steht (nach Schnopfhagen) mit der Rinde des Hinterhaupt- und Schläfelappens in Verbindung.

Die Projectionsfasern aus dem Schwanzkern sammeln sich zu kleinen Bündeln, ziehen an jeder Stelle des Bogens senkrecht zu der Richtung der aus der inneren Kapsel austretenden Stabkranzfasern gegen die derselben zugekehrte Fläche des Schwanzkerns, durchbrechen die innere Kapsel nach innen von den hindurchtretenden Bündeln der äusseren Kapsel und treten in die Marklamellen oder in die mediane Fläche der inneren Linsenkernglieder ein. Die Projectionsfasern aus dem Linsenkern und dem Kopf des Streifenhügels verhalten sich ganz ähnlich. Sie ziehen überall in der Richtung von der äusseren oder lateralen Fläche des Streifenhügels gegen die nach hinten innen gekehrte stumpfe Spitze desselben. Ein Theil aller dieser Projectionsfasern läuft in den Marklamellen abwärts und schliesst sich der Edinger-schen Haubenstrahlung an. Diese Fasern biegen an der unteren Fläche des Linsenkerns medianwärts ab, bekleiden diese Fläche von unten her, laufen unmittelbar unter dem Hirnschenkelfuss vor seinem Austritt aus der Hemisphäre nach innen und gelangen so in die unter dem Sehhügel liegenden grauen Massen. Die ganze Faserung aus den Marklamellen des Linsenkerns führt den Namen der Linsenkernschlinge (Fig. 51, 52 a l). Sie liegt theilweise dem früher erwähnten inneren und unteren Stiel des Sehhügels auf, mit denen sie zusammen die ansa peduncularis bildet; nur befindet sich dieser Theil der Projectionsfaserung mehr unter der vorderen Hälfte des Linsenkerns, während die Linsenkernschlinge in Folge der eigenthümlichen Gestalt der nach hinten gerichteten Linsenkernpyramide, deren hinteres inneres Stück allein der globus pallidus bildet, mehr unter der hinteren Hälfte des Linsenkerns gelegen ist. Ausser den in der Linsenkernschlinge verlaufenden Fasern treten auch aus der ganzen medianen Fläche des globus pallidus Projectionsfasern des Streifenhügels aus, welche

die Faserung der inneren Kapsel durchsetzen und so in den Sehhügel gelangen. Ein Theil der Projectionsfaserung aus dem Streifenhügel soll sich der Hirnschenkelfussbahn anschliessen und in der Brücke endigen.

Ich will noch erwähnen, dass der Schwanzkern, soweit er nicht in seinen hinteren und unteren Parthien schon durch die innere Kapsel vom Sehhügel abgetrennt wird, durch eine dünne Faserschicht von ihm geschieden ist, deren oberflächlichster, in den Ventrikel sehender Theil ein im Bogen der Länge nach um den Sehhügel herumziehender Faserstreifen, die stria cornea, ist, während die tieferen Theile aus querverlaufenden Fasern bestehen, welche aus der inneren Kapsel heraustretend, die vom Schwanzkern überragte Sehhügelfläche abkapseln. Endlich ist der Kopf des Streifenhügels von der darunter liegenden durchlöcherten Platte, auch von der ansa peduncularis, durch eine ganz dünne Schicht feiner markhaltiger Nervenfasern getrennt, und eine ähnliche Schicht verhindert den völligen Zusammenfluss des Linsenkerns mit dem Mandelkern und der Rinde des Schläfelappens. Das in das Stirnhirn frei hineinragende vorderste Stück vom Kopfe des Streifenhügels (Fig. 54) wird von der Rinde der unteren Stirnlappenfläche durch die aus dem Balkenschnabel kommenden Fasern (r) getrennt, welche das unterste und mit seiner Wölbung schon nach unten sehende Stück des vorderen Balkenbogens bilden.

Gestatten Sie mir, die anatomische Untersuchung des Grosshirns mit einer kurzen Betrachtung der Hüllen und der Ernährungsverhältnisse des Gehirns zu schliessen. Zu äusserst ist das Gehirn allseitig von der derben, sehnigen, harten Hirnhaut umhüllt, welche den Knochen des Schädels gleichzeitig als innere Beinhaut dient und sich an die Vorsprünge der Knochen fest anheftet. Dieselbe schickt eine breite Platte als grosse Hirnsichel zwischen die beiden Grosshirnhemisphären, und eine ähnliche schmälere als kleine Hirnsichel zwischen die beiden Seitenhälften des Kleinhirns hinein. Die erstere verschmilzt hinten unten, die letztere hinten oben mit einer annähernd horizontal liegenden, etwas nach oben gewölbten Fortsetzung der harten Hirnhaut, dem Zelte, welches sich zwischen Grosshirn und Kleinhirn hineinzieht, vorn seitlich sich an die hinteren oberen Ränder der Schläfenbeinpyramiden ansetzt und in der Mitte thorförmig

ausgeschnitten ist, um das Mittelhirn hindurchpassiren zu lassen. Die Hirnsicheln und das Zelt bilden zusammen eine kreuzförmige Figur.

Im Gewebe der harten Hirnhaut liegen die Blutleiter des Gehirns, in denen das venöse Blut desselben abfliesst. Alle Blutleiter hängen mit einander zusammen und gehen schliesslich durch den sinus transversus an der Basis des Gehirns in die vena jugularis interna über. Uns interessiren hier besonders zwei, der in der Abgangsstelle der grossen Sichel aus dem Beutel der dura gelegene sinus longitudinalis superior und der sinus rectus, welcher in der Verschmelzungslinie der kleinen Sichel mit dem Zelte sich befindet.

Die innere Hirnhülle, die weiche Hirnhaut, besteht aus zwei bindegewebigen Blättern. Das äussere Blatt liegt der dura unmittelbar an und ist von ihr durch einen schmalen spaltförmigen Raum, den sogenannten subduralen Raum getrennt, dessen Wände mit Endothelzellen ausgekleidet sind und der eine ganz geringe Menge von Flüssigkeit enthält. Das innere Blatt folgt genau der Hirnoberfläche und geht daher in alle Furchen des Gehirns hinein. Beide Blätter sind durch zahlreiche Bälkchen und Membranen mit einander verbunden, ebenso die in den Furchen gegen einander zu liegen kommenden Theile des inneren Blattes selbst. Auf der Höhe der Windungen verschmelzen beide Blätter mit einander. Die einen zusammenhängenden Hohlraum, den sogenannten subarachnoidalen Raum, bildenden Lücken zwischen den Blättern der pia mater sind von Cerebrospinalflüssigkeit ausgefüllt. Ganz besonders grosse wasserhaltige Räume finden sich an der Gehirnbasis zwischen beiden Schläfelappen. Meynert vergleicht sie mit Wasserkissen, auf denen das Gehirn ruht. Die ganze pia lässt sich am besten als ein normalerweise wassersüchtiges, lückenhaftes Bindegewebe betrachten, welches eine dichtere und undurchbrochene äussere und innere Grenzschicht besitzt. Den Namen der arachnoidea, der bald dem äusseren Piablatte, bald dem endothelialen Ueberzuge der dura und der pia beigelegt worden ist, dürfte man am besten ganz fallen lassen. Ein unter dem Balkenwulste zwischen diesem und den Vierhügeln eindringender Fortsatz der weichen Hirnhaut überzieht die obere Zwischenhirnwand, also die Oberflächen der Sehhügel. Seitlich an den Pulvinarien geht dieser Fortsatz in die pia der medianen

und unteren Hirnfläche und des Mittelhirns über. Die Entstehung der Adergeflechte aus dem Gewebe der weichen Hirnhaut habe ich früher schon genauer geschildert.

Die Schlagadern des Gehirns entstammen den vier grossen, von unten her in die Schädelhöhle eindringenden Gefässen, den beiden arteriae carotides internae und den beiden vertebrales. Die letzteren vereinigen sich am hinteren Rande der Brücke zu einem gemeinschaftlichen Stamme, der Basilar-Arterie, welche über die Mittellinie der Brücke aufwärts zieht und am vorderen Rande derselben in die beiden arteriae profundae cerebri zerfällt. Jede carotis interna steht mit der gleichseitigen profunda durch einen Verbindungsast, die communicans posterior, in Zusammenhang. Die carotis theilt sich jederseits in zwei grosse Aeste, die arteria fissurae Sylvii und die arteria corporis callosi. Die beiden Balkenschlagadern hängen durch die communicans anterior zusammen, welche den von den grossen Arterien gebildeten Ring des circulus arteriosus Willisii vorn vervollständigt. Die Balkenschlagader schlingt sich um das Balkenknie nach oben und dann nach hinten herum, versorgt die Augenhöhlenfläche des Stirnhirns, die ganze Medianfläche bis zur Occipito-parietalfurche und, insbesondere im Stirnlappen, den Randtheil der convexen Fläche mit Blut. Die Schlagader der Sylvi'schen Spalte zieht über den Inselfuss nach aussen, nachdem sie einen kleinen Ast in den Längsschlitz des Gehirns für das seitliche Adergeflecht abgegeben hat, tritt in die Tiefe der Insel ein und ernährt, zuerst in zwei und dann in fünf bis sechs Aeste zerfallend, die Insel und fast die ganze convexe Hirnoberfläche bis gegen den Randtheil der Hemisphäre. Die tiefe Hirnschlagader umkreist den Hirnschenkel von unten aussen her und betheilt den hinteren Theil der medianen Fläche und die untere Fläche des Schläfe-Hinterhauptlappens.

Durch den Zusammenhang der grossen Schlagadern im Willis'schen Kreise ist die Ernährung des ganzen Gehirns selbst beim Offenbleiben nur einer der vier Arterien gesichert. Jenseits desselben sind die Ernährungsverhältnisse der inneren Gehirntheile von denjenigen der grauen Hirnrinde gänzlich verschiedene. Für das Innere des Gehirns: die Ganglien, den Streifenhügel und den inneren Theil der Markmasse, entspringen aus dem circulus arteriosus und aus einem etwa zwei Centimeter langen Stücke

einer jeden der sechs daraus hervorgehenden grossen Schlagadern, kleine senkrecht aufsteigende Arterien von nur 1—1½ mm Stärke, welche durch die Löcher der durchlöcherten Platten hindurchtreten. Dieselben sind Endarterien im Sinne Cohnheim's; sie gehen keine Anastomosen mit einander ein. Der Verschluss einer solchen Arterie bewirkt daher stets die Erweichung des von derselben zu versorgenden Gebietes. Eine Anzahl solcher Arterien läuft an der lateralen Fläche des Linsenkerns aufwärts. Diese Gefässe sind in Folge ihrer Lage besonders leicht Embolieen und Zerreissungen ausgesetzt.

Die kleineren Arterienäste für die graue Hirnrinde bilden dagegen in der weichen Hirnhaut ein anastomotisches Netz, sodass hier beim Verschlusse des einen oder des anderen Gefässes ein collateraler Kreislauf möglich ist und, wenigstens bei jugendlichen Individuen, öfter statt hat. Bei älteren Personen genügt diese Einrichtung nicht, sodass es nach der Verstopfung grösserer Gefässe stets zu mehr oder minder ausgedehnten Erweichungen der Rinde und des unmittelbar darunter liegenden Theiles der Markmasse kommt.

Die Venen der Gehirnoberfläche begleiten die arteriellen Aeste und gelangen in die Blutleiter der harten Hirnhaut. Der grösste Theil der Venen der convexen und des oberhalb des Balkens liegenden Theiles der medianen Fläche entleeren sich in den oberen Längsblutleiter. Die Venen der unteren Fläche schicken ihr Blut in die ihnen zunächst gelegenen Blutleiter der dura. Aus dem Innern des Gehirns wird das verbrauchte Blut jederseits durch eine vena corporis striati, eine vena chorioidea und eine vena thalami optici abgeführt, welche sich zu der mit dem seitlichen Adergeflecht nach der Mittellinie gelangenden vena magna vereinigen. Den genaueren Verlauf der letzteren habe ich Ihnen schon früher geschildert.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass im Grosshirn der Blutkreislauf in Arterien und Venen nicht in entgegengesetzter Richtung, sondern im Allgemeinen in der gleichen Richtung von unten nach oben erfolgt.

# Litteratur.

Burdach. Vom Bau und Leben des Gehirns. 1819. Leipzig.

Köllicker. Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. 1879. Leipzig. Engelmann.

Waldeyer. Ueber einige neuere Forschungen im Gebiete der Anatomie des Centralnervensystems. 1891. Leipzig. Thieme.

Gerlach. Ueber die Structur der grauen Substanz des menschlichen Grosshirns. Med Centralblatt 1872. Nr 18.

Monakow. Experimentelle und pathologisch-anatomische Untersuchungen. Archiv f. Psychiatrie, Band 12, 13, 14, 16, 20, 23.

His. Die Neuroblasten und deren Entstehung im embryonalen Mark. 1889. Leipzig. Hirzel.

Forel. Einige hirnanatomische Betrachtungen und Ergebnisse. Arch. f. Psych. Band 18.

Meynert. Psychiatrie. 1884. Wien. Braumüller.

ders. Die anthropologische Bedeutung der frontalen Gehirnentwickelung. Jahrbücher f. Psych. 1887.

ders. Vom Gehirn der Säugethiere: in Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. 1870. Leipzig. Engelmann.

Wernicke. Lehrbuch der Gehirnkrankheiten. 1881. Leipzig. Georg Thieme.

His. Zur Geschichte des Gehirnbaus. 1888. Leipzig. Hirzel.

ders. Die Formentwickelung des menschlichen Vorderhirns. 1889. Leipzig. Hirzel.

Reichert. Der Bau des menschlichen Gehirns. 1859. Leipzig. Engelmann.

Löwe. Beiträge zur Anatomie und zur Entwickelungsgeschichte des Nervensystems. 1880. Berlin. Denicke.

Mihalkovics. Entwickelungsgeschichte des Gehirns. 1877.

Köllicker. Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. 1879. Leipzig. Engelmann.

Schwalbe. Lehrbuch der Neurologie. 1881. Erlangen. Besold.

Obersteiner. Anleitung beim Studium des Baus der nervösen Centralorgane. 1891. Wien.

Ecker. Die Hirnwindungen des Menschen. 1869. Braunschweig. Vieweg u. Sohn.

Wernicke. Das System der Urwindungen. Archiv f. Psych. Band.

Bischof. Die Grosshirnwindungen des Menschen. 1868. München.

Schnopfhagen. Die Entstehung der Gehirnwindungen.

Edinger. Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane. 1892. Leipzig. F. C. W. Vogel.

Sachs. Der Hinterhauptlappen. 1892. Leipzig. Georg Thieme.

II.

# Physiologie des Grosshirns.

## Fünfter Vortrag.

Meine Herren! Die Ansicht, dass das Grosshirn der Sitz der Seele sei, ist eine uralte; und frühzeitig tauchte auch schon die Vermuthung auf, dass die einzelnen Seelenkräfte an verschiedene Theile des Gehirns gebunden sein möchten. Indem man die Seele logisch in einzelne Vermögen zerlegte, suchte man einen besonderen Sitz für das Gedächtniss, einen anderen für die Aufmerksamkeit, einen dritten für den Verstand u. s. w. Ausgebildet und anatomisch bis in Einzelheiten durchgeführt wurde diese Lehre im Anfange des Jahrhunderts von Gall. Der Erfinder der Phrenologie ging noch einen Schritt weiter: indem er in der Wölbung der äusseren Schädeloberfläche den Abdruck der Gehirnform erblickte, zog er aus den mehr oder weniger ausgeprägten Hervorragungen des Knochens Schlüsse auf den Eigenthumssinn, den Diebssinn, die Elternliebe u. s. w. der Besitzer. Gall ist unverdientermassen dem Fluche der Lächerlichkeit anheimgefallen. Nach beiden Richtungen hin steckt in den Grundzügen seiner Lehre ein richtiger Kern; dass die Ausführung eine verfehlte war, erscheint bei dem damaligen Stande des Wissens nur begreiflich. Gegenwärtig ist die Ungleichwerthigkeit der Theile des Gehirns allseitig anerkannt, und die Abhängigkeit der Form der verschiedenartigen Körpertheile von einander ist als ein biologisches Grundgesetz erwiesen worden.

So muss die Lehre des französischen Forschers Flourens, des Begründers der experimentellen Physiologie, in gewissem Sinne als ein Rückschritt erscheinen. Flourens nahm Vögeln und niederen Säugethieren die einzelnen Abtheilungen des Gehirns fort, und indem er die in Folge der Operation auftretenden Aus-

fallserscheinungen beobachtete, gelang es ihm die Functionen des Grosshirns, des Kleinhirns, der Vierhügel und des Markes von einander zu sondern. Er fand, dass das Rückenmark die Contractionen der einzelnen Muskeln zu elementaren Bewegungen zusammensetze, dass das Kleinhirn diese Bewegungen mit einander richtig coordinire und so die Bewegungsformen des Gehens, Laufens, Schwimmens u. s. w. ermögliche, dass die Vierhügelgegend der Sitz der Reflexbewegungen des Auges sei, und dass das Grosshirn endlich das Organ des Empfindens und Wollens vorstelle. Flourens ging sodann weiter und untersuchte, in wie weit sich die Theile eines jeden der vier grossen Abschnitte des Nervensystems von einander verschieden verhielten. Wenn er einem Thiere das Grosshirn stückweise fortnahm, so verschwanden mehr und mehr die Aeusserungen des Empfindens und des Wollens; dabei schien es ihm keinen Unterschied auszumachen, ob er bei diesen Versuchen am vorderen oder am hinteren Ende des Gehirns begann, ob er die erste Abtragung von der oberen Fläche oder von der Seite her vornahm. Liess er den Thieren nur noch ein verhältnissmässig kleines Stück des angegriffenen Theils zurück, so erholten sich dieselben von den Folgen der Operation und waren nach Verlauf von einigen Tagen von unverletzten Thieren nicht mehr zu unterscheiden. Erst wenn die Abtragung des Grosshirns eine nahezu vollständige war, blieben die Aeusserungen des Bewusstseins gänzlich und für die Dauer aus. Aus seinen Beobachtungen schloss Flourens: Das Grosshirn ist das Organ des bewussten Empfindens und Wollens; die einzelnen Theile desselben sind einander gleichartig und können einander vertreten; bleibt nur noch ein kleines Stück des Organs zurück, so übernimmt dasselbe vollkommen die Function der verloren gegangenen Theile.

Es hat sich herausgestellt, dass von diesen drei Sätzen nur der erste der Wahrheit entspricht. Der dritte, welcher die vollkommene Restitution der geistigen Thätigkeit ausspricht, ist heute wohl allerseits als unrichtig erkannt. Ueber die zweite Folgerung Flourens', die Frage nach der Localisation, insbesondere in der Grosshirnrinde, hat das ganze Jahrhundert hindurch, bis in diese Tage hinein ein Widerstreit der Meinungen bestanden, welcher in seinen drei Phasen durch die Namen Gall gegen Flourens, Broca gegen Trousseau, und endlich Munk gegen Goltz

gekennzeichnet wird. Der Kampf hat, meiner Auffassung nach, mit einem Siege der Localisten geendet.

---

Indem ich nunmehr auf die Thätigkeit des Grosshirns und seiner Theile des Näheren eingehe, will ich zunächst den Versuch machen, Ihnen diese Lehre im Zusammenhange vorzutragen auf dem Grunde des Unterbaus, welcher durch die bahnbrechenden Untersuchungen und genialen Schlussfolgerungen Meynert's angelegt und durch Hitzig, Munk, Wernicke und zahlreiche andere in den einzelnen Theilen ausgeführt ist. Ich bitte Sie, dabei stets dessen eingedenk zu bleiben, dass die ganze folgende Darstellung eine subjective ist, und nothwendig eine solche sein muss, da über wichtige Fragen und mitunter gerade über grundlegende Dinge eine Einigkeit der Forscher zur Zeit noch nicht besteht.

Sie hatten gesehen, wie durch die zuleitende Nervenbahn der Haube und deren Fortsetzung nach der Hirnrinde die der Empfindung dienenden Elemente der gesammten Haut- und Sinnesoberfläche mit Einschluss derjenigen in den motorischen Nervenkernen des Höhlengraus in letzter Linie mit der Grosshirnrinde verknüpft sind. Die Verknüpfung ist nicht derart zu denken, dass eine unmittelbare Verbindung etwa eines jeden einzelnen Hautterritoriums mit jedem beliebigen Punkte der Rinde bestände, oder dass die gemeinschaftliche Bahn aus einer einzelnen Sinnesoberfläche, etwa die Opticusbahn, sich innerhalb des Gehirns theile und mit anderen Empfindungsbahnen sich mischend nach allen Richtungen des Grosshirns auseinanderliefe, sodass also an der Leistung einer jeden einzelnen Sinnesfunction die Grosshirnrinde in ihrer Gesammtheit unmittelbar betheiligt wäre; vielmehr muss man sich vorstellen, dass jeder einzelnen, Empfindungsreize aufnehmenden Zelle des Körpers, oder vielleicht einer bestimmten für gewöhnlich zusammen erregten Gruppe solcher Zellen nur ein umschriebener Zellencomplex der Grosshirnrinde entspricht, mit welchem die Zelle oder Zellgruppe durch die zuleitende Nervenbahn verbunden ist. Einen solchen Zellencomplex, der aus einer grösseren Anzahl von Ganglienzellen besteht, kann man, wie ich früher ausgeführt habe, eine Rindeneinheit nennen. Von jeder Rindeneinheit strahlen eine grosse Zahl von Associations-

fasern zur Verbindung mit anderen Rindeneinheiten und wohl immer auch eine zum Körper ableitende Nervenfaser aus; in derselben verästeln sich die Enden der vom Körper her zuleitenden, sowie der den Zellen anderer Rindeneinheiten entstammenden Nervenfasern. Wir nehmen an, dass jede Rindeneinheit mit einer jeden anderen durch eine Nervenfaser in unmittelbarer anatomischer Verbindung steht.

Ich zeichne Ihnen hier das einfachste Schema einer Rindeneinheit (Fig. 58). Die ableitende, motorische Zelle a schickt ihren Axencylinderfortsatz 1 zur Peripherie, die Associationszellen b und c die ihrigen 3 und 4 in entfernte Rindeneinheiten. Aus Zellen dieser Rindeneinheiten kommen die Nervenfasern 5 und 6, aus einem körperwärts gelegenen Elemente die Nervenfaser 2, und alle drei verästeln sich innerhalb der Einheit, zu deren sämmtlichen Zellen sie in Beziehung treten.

Man kommt vielleicht der Wirklichkeit näher mit der Annahme, dass die Verästelung der zuleitenden Faser (2) nur zu einer Schaltzelle in directe Beziehung tritt, deren kurzer, innerhalb der Einheit bleibender Fortsatz erst die Verbindung mit den anderen Zellen der Einheit vermittelt. Ob man eine jede aus einer Zelle der Einheit entspringende Nervenfaser nur zu einer, oder mit Hilfe der Endverästelung oder von Schaltzellen zu mehreren anderen Rindeneinheiten in Beziehung treten lässt, scheint unwesentlich. Dagegen scheint mir die Annahme von Bedeutung zu sein, dass zwei Rindeneinheiten stets durch zwei Elemente mit einander verbunden sind, derart, dass immer eine Associationszelle der einen Einheit ihre Endverästelung in der Nähe der entsprechenden Associationszelle der anderen findet. Nur so lässt sich bei der Voraussetzung, dass centrale Nervenzellen stets nur in der Richtung von der Zelle zur Faser leiten, eine wechselseitige Erregung zweier Rindeneinheiten verstehen.

Für ein gegebenes zusammenhängendes Sinnesgebiet liegen die dazu gehörigen Ganglienzellenterritorien oder Rindeneinheiten auch in der Rinde räumlich nebeneinander, sodass also jedem aufnehmenden Sinnesorgan ein zusammenhängendes, örtlich begrenztes Stück der Grosshirnrinde entspricht. Somit giebt es in der Rinde eine besondere Region für den Gesichtssinn, eine zweite für den Gehörssinn u. s. w. Ebenso ist ein besonderer Theil der Rinde ausschliesslich den aus der Haut und den Muskeln der Hand stammenden Empfindungen vorbehalten, ein anderer den Empfindungen des Unterarms u. s. f. Die gesammte Hohlkugel der grauen Rinde stellt eine Projection der Körperoberfläche dar, wenn schon in der Anordnung der Theile im

Einzelnen Abweichungen vorkommen mögen. Theile der Grosshirnrinde als vorhanden anzunehmen, welche in keiner derartigen Beziehung zu Theilen des Körpers ständen, sondern irgend welche besondere — etwa rein geistige, intellectuelle — Functionen hätten, sehen wir keine Veranlassung.

In der Schärfe, wie der Satz — dass einem einzelnen Empfindungsreize aufnehmenden Elemente eine einzige bestimmte Rindeneinheit entspreche, die anderen Rindeneinheiten mit jenem Elemente aber nichts zu thun hätten — hier zum Zweck einer möglichst einfachen Darstellung ausgesprochen wurde, dürfte er sich in der Wirklichkeit nicht aufrecht erhalten lassen. Eine derartig genaue Beziehung von vornherein wird durch die Einschaltung der Zwischenstation des Höhlengraus zwischen Rinde und Peripherie zum mindesten erschwert. Die ins Höhlengrau dringende Erregung beschränkt sich nicht auf einen einzelnen Punkt, eine einzelne Zelle desselben, sondern sie breitet sich über einen grösseren Bezirk aus, und um so weiter, je stärker die periphere Reizung ist, je länger sie andauert. Es ist wohl anzunehmen, dass die Erregung eines einzelnen peripheren Elementes nur dann eine wahrnehmbare Wirkung im Höhlengrau und weiter aufwärts hervorbringt, wenn sie sehr stark ist, dass aber eine gewisse Ausbreitung der Erregung im Höhlengrau Bedingung der Wirkung ist. Dazu kommt nun, dass für gewöhnlich die Erregung schon in der Peripherie einen grösseren Bezirk trifft, also schon dadurch eine ausgedehntere Thätigkeit im Höhlengrau hervorgerufen wird. Die Rinde erhält erst von den Vorgängen im Höhlengrau, und auch von diesen erst nach nochmaliger Uebertragung im Gangliengrau auf andere nervöse Elemente, Kunde. Es ist offenbar, dass in Folge dieser Ausbreitung der Erregung in den subcorticalen grauen Massen eine einzelne Rindeneinheit durch Reize erregt werden kann, welche eine beliebige Stelle etwa eines grösseren Hautbezirks getroffen haben, und dass also eine ganze grosse Gruppe von Rindeneinheiten von demselben umschriebenen Punkte der Peripherie her in Thätigkeit gebracht werden kann. Beim Beginn der geistigen Entwickelung handelt es sich wahrscheinlich zunächst immer um die Gesammtthätigkeit grosser Rindenparthien. Die Beziehung der einzelnen Rindeneinheit auf diejenige Stelle der Peripherie des Körpers, von welcher aus sie am leichtesten und am stärksten erregt werden kann, ist erst das Resultat einer langen Arbeit, welche die erste Aufgabe des kindlichen Geistes bildet. Immer stellt die elementare Thätigkeit der Rinde eine Art von Berggipfel dar, dessen Spitze in einer Rindeneinheit oder einer kleinen Gruppe von solchen gelegen ist. Die Aufgabe der Entwickelung ist, diese Spitze immer mehr zu verfeinern, sie auf möglichst wenig Rindeneinheiten einzuschränken und die Flächen des Berges zu immer steiler abfallenden zu gestalten. Am vollkommensten wird das beim Auge erreicht. Auf grossen Hautbezirken, namentlich am Rücken, bleibt der Empfindungsunterschied verschiedener Stellen Zeitlebens ein geringer. Die Lösung jener Aufgabe geschieht wohl wesentlich durch die noch zu schildernde Association der

Oberflächenempfindungen mit Innervationsempfindungen. Hier liegt die Ursache des Auftretens der Weber'schen Empfindungskreise und der Möglichkeit, dieselben durch Uebung zu verkleinern. Die verschiedenartige Anordnung der empfindlichen Elemente der Haut trägt wohl am wenigsten dazu bei. Die Hauptsache macht die Ausbreitung der Erregung im Höhlengrau und die eigenthümliche Art der elementaren Thätigkeit der Rinde aus. Diese Einrichtung lässt es verstehen, dass das Ausfallen einzelner Rindeneinheiten, ja ganzer Gruppen von solchen sich nach aussen nicht bemerklich zu machen braucht, indem bis zu einem gewissen Grade die benachbarten Rindenstellen für die verloren gegangenen eintreten; dass insbesondere durch Uebung der Verlust sogar einer grösseren Rindenstelle ausgeglichen werden kann, indem die zurückgebliebenen Einheiten lernen, selbst bei dem Fehlen der Spitze des eben erwähnten Berges, aus der Form und Lagerung des noch vorhandenen Unterbaus desselben die verlorene Spitze gewissermassen zu construiren und den eigenthümlichen Rest der Thätigkeit für die Association zu verwerthen.

Die ganze folgende Darstellung des geistigen Entwickelungsganges, welche jene erst zu erwerbenden Beziehungen zwischen Hirnrinde und Körper schon als gegeben voraussetzt, ist deshalb nur als eine schematische zu betrachten und entspricht dem wirklichen Verhalten beim Kinde keineswegs. Ich komme darauf noch einmal zurück.

Die specifische Energie, welche den die Hirnrinde zusammensetzenden Ganglienzellen zukommt, ist die Empfindungsfähigkeit. Ein jeder Reiz, der an irgend einem empfindlichen Punkte die Körperoberfläche trifft, oder in einem Muskelkerne ausgelöst wird, erzeugt in der Rinde in der der gereizten Stelle zugehörenden und mit ihr verknüpften Rindeneinheit eine elementare Empfindung.

Das Wesen der Empfindung selbst ist uns natürlich objectiv unfassbar, und noch viel unbegreiflicher, als das einer physiologischen oder chemischen sogenannten Kraft, mit der man die Empfindung zu Unrecht auf eine Stufe gestellt hat. Wir müssen dieselbe als gegeben betrachten, und kennen sie überall gerade so weit, als wir eben empfinden. Hier, an dem innersten Kerne unseres Wesens, scheitert jede Anstrengung der Philosophie, ebenso wie der Naturforschung; ein jeder Versuch, hier weiter zu kommen, ist so fruchtlos, wie die Mühe, einen Blinden über die Farben zu belehren.

Indessen empfiehlt es sich, vor einer Betrachtung der psychischen Leistung des gesammten Gehirns, die Frage aufzuwerfen, welche psychischen Leistungen kommen dem einzelnen empfindenden Elemente, der Ganglienzelle zu. Durch ein Zu-

sammenwirken verschiedener Ganglienzellen kann etwas wesentlich Neues, das nicht schon der einzelnen Zelle zukäme, nicht hervorgebracht werden, abgesehen von denjenigen Wirkungen, die eben durch die Combination erst entstehen. Es müssen daher alle psychischen Elemente in der einzelnen Zelle schon enthalten sein. In den complicirten Organen eines höheren Thieres wird dieser Satz durch die Arbeitstheilung zwischen den einzelnen Zellen und Zellgruppen in etwas eingeschränkt, welche, gerade so wie sie körperlich Muskel-, Drüsen-, Nervenzellen von einander sondert, auch psychisch eine Differenzirung der Leistungen der einzelnen Ganglienzellen hervorbringen kann, und wohl bis zu einem gewissen Grade auch thatsächlich hervorbringt. Immer handelt es sich hier aber um ein Weniger in der Anzahl der Leistungen zu Gunsten eines Mehr in der Vollendung der einzelnen Leistung, nicht um etwas neu Hinzugekommenes. Daher kann man zu einer Analyse der psychischen Elemente am besten auf dem Wege kommen, dass man zunächst ein einzelliges thierisches Wesen, etwa eine Amöbe sich vorstellt und überlegt, welche Leistungen man einem solchen nothwendig zuschreiben muss, um aus ihnen, als den Elementen, schliesslich auch die complicirtesten psychischen Erscheinungen aufbauen zu können.

Ein solches Thier ist ein reizbares contractiles Wesen. Ein irgend wie beschaffener Reiz, der das Protoplasma des Thieres trifft, bewirkt eine Bewegung desselben, und zwar je nach der Beschaffenheit des Reizes eine verschieden gestaltete Bewegung, nämlich entweder eine solche, welche bezweckt, den reizenden Körper dem Protoplasma der Zelle einzuverleiben (Angriffsbewegung) oder eine solche, die das Thier gegen den Reiz zu schützen bestrebt ist (Abwehrbewegung).

Während dieses Vorganges geht offenbar in dem Thiere eine moleculare Bewegung vor sich, die durch den Reiz ausgelöst wurde, und die sich äusserlich als wahrnehmbare grobe Bewegung darstellt. Die drei Akte des Vorganges, die bei höher organisirten Wesen an verschiedene Organe gebunden sind: Aufnahme des Reizes durch ein empfindendes Organ, Uebertragung von dem empfindenden auf das bewegende Organ, Bewegung, sind noch in einen einzigen Vorgang vereinigt.

Da wir vorausgesetzt haben, dass es sich um ein Thier handle, in welchem die Elemente aller thierischen, daher auch

der psychischen Thätigkeit vorhanden seien (die philosophische Frage, wie weit eine Beseelung in der Natur überhaupt anzunehmen sei, bleibt ausser Betracht), so muss jenem molecularen Vorgange ein psychischer parallel gehen. In dem Augenblicke, wo die durch den äusseren Reiz hervorgerufene Veränderung der ursprünglichen molecularen Bewegung des ruhenden Thieres eine bestimmte Höhe erreicht hat, entsteht eine Empfindung. Die veränderte moleculare Bewegung kommt dem Thiere in der Form einer Empfindung zum Bewusstsein. Diese Empfindung ist nicht etwa die Wirkung der molecularen Bewegung; sie steht überhaupt ausserhalb der causalen Kette von Ursachen und Wirkungen. Die Empfindung ist nichts anderes, als jene moleculare Bewegung selbst, nur von einer anderen Seite her, gewissermassen von innen heraus betrachtet: der subjective Antheil desselben Vorganges, der objectiv eine bestimmte moleculare Bewegung darstellt. Verständlicher, aber nicht so treffend kann man die Sache auch so ausdrücken, dass man sagt: eine bestimmte Höhe der molecularen Bewegung ist von Bewusstsein, und zwar von dem Bewusstsein einer bestimmten Empfindung begleitet. (Ein Bewusstsein an sich giebt es nicht; ein leeres Bewusstsein ist eine contradictio in adjecto.)

Je nachdem die moleculare Bewegung äusserlich zu einer Bewegung des Angriffs oder der Abwehr sich gestaltet, je nachdem also der einwirkende Reiz vortheilhaft oder nachtheilig für die Existenz des Thieres ist, ist auch die Empfindung verschiedener Art, nämlich entweder angenehmen oder unangenehmen Charakters. Man sagt gewöhnlich, die Empfindung sei von einem Gefühle der Lust oder der Unlust begleitet. Jedoch lassen sich Elementarempfindung und Elementargefühl wohl nur in der Vorstellung von einander trennen; in Wirklichkeit dürfte das eine nicht ohne das andere bestehen. Jedes der beiden Gefühle ist das subjective Correlat einer verschieden gearteten molecularen Bewegung des thierischen Protoplasmas. Lustgefühl und Angriffsbewegung — Unlustgefühl und Abwehrbewegung sind aufs Engste mit einander verknüpfte Dinge. Indem man für die objective moleculare Bewegung ihr subjectives Correlat, das entsprechende Gefühl einsetzt, kann man sagen, das Lustgefühl sei die Ursache der Angriffs-, das Unlustgefühl die der Abwehrbewegung. Aber man darf dabei nicht vergessen, dass die Gefühle als solche nicht in

die Causalkette hineingehören, dass sie in diesem Falle den ihnen zugehörenden molecularen Bewegungen, als den wirklichen Ursachen der groben äusseren Bewegungen, nur untergeschoben sind.

Wir wollen uns nun ein Thier vorstellen, bei dem eine Organisation in der Weise eingetreten sei, dass die ursprüngliche einfache Zelle in drei Zellen mit verschiedener Function zerfallen sei (Fig. 59). Eine Zelle (a) vermittele die Aufnahme des äusseren Reizes, die zweite (b) die Uebertragung desselben auf das contractile dritte Element (c). In jeder dieser drei Zellen würde auch jetzt ein gleicher Vorgang statthaben, wie in dem erst betrachteten einfachen Wesen, nämlich die Erregung einer molecularen Bewegung durch einen von aussen an die Zelle herantretenden Reiz. Aber nur an der sensorischen Zelle a gehörte der Reiz der Aussenwelt an, nur an der motorischen Zelle c würde ein nach aussen hin sichtbares Resultat, eine grobe Bewegung erscheinen. Für die psychische Begleiterscheinung, die zum Bewusstsein kommende Empfindung, käme nur die Ganglienzelle b in Betracht. Die moleculare Bewegung, deren subjectives Correlat diese Empfindung ist, kann man als eine Welle auffassen, welche durch die in der Nervenfaser 1, dem Fortsatze der Sinneszelle a, zugeleitete Erregung in b ausgelöst wird und in der von b ausgehenden Nervenfaser 2 zur Muskelzelle c hinabläuft.

Eine derartige Organisation würde für ein nur aus drei Zellen bestehendes Thier keinen Sinn haben; dieselbe gewinnt erst dann Bedeutung, wenn das Centrum b zu einer Centralstelle wird, in welcher die von verschiedenen Sinneszellen her ausgelösten Empfindungen combinirt, und von wo aus je nach der vorhandenen Summe der Empfindungen die Thätigkeit verschiedener Muskelzellen in mannigfacher Weise zusammengesetzt werden kann.

Eine solche Centralstelle ist die Grosshirnrinde. Dass zwischen den Reize aufnehmenden Elementen des Körpers und den Muskeln einerseits, den Ganglienzellen der Rinde andererseits noch mehrere Stationen mit besonderer Function eingeschaltet sind, kann für die weitere Untersuchung zunächst ausser Betracht bleiben. Die psychischen Begleiterscheinungen sind, insoweit sie als solche von aussen her erschlossen werden können, zum mindesten beim Menschen und den höheren Thieren an die Thätigkeit des Grosshirns gebunden. Etwa vorhandene psychische Thätigkeit niederer

subcorticaler Nervencentra ist unserer Beobachtung nicht zugänglich.

Wir hatten vorher die gesammte Grosshirnrinde in eine Anzahl von Theilen, Rindeneinheiten zerlegt, deren jede einem Reiz aufnehmenden Punkte des Körpers vorzugsweise zugeordnet war. Eine jede Rindeneinheit ist als ein Kraftdepot anzusehen, als eine Station, in deren Zellen bei genügender Ernährung ein Vorrath latenter Kraft aufgespeichert ist. Ein Empfindungsreiz, welcher auf dem Wege der zuleitenden Projectionsfaser zu einer Rindeneinheit gelangt, löst in dieser vermittelst der darin aufgespeicherten Kraft eine Ausstrahlung in sämmtliche aus ihren Zellen entspringenden Associationsfasern (sowie auch in die körperwärts ableitende Faser) aus (Fig. 60). Die in die Nervenbahnen ausstrahlende Erregung wird jedoch durch die natürlichen Widerstände in denselben oder an ihren Endpunkten sehr bald zum Erlöschen gebracht und verschwindet, ohne eine Spur zu hinterlassen.

Das wird aber in dem Augenblicke anders, in welchem zwei verschiedene Stellen der Rinde gleichzeitig oder kurz nach einander gereizt werden. In diesem Falle werden die Widerstände in der beiden Rindeneinheiten gemeinschaftlichen Associationsbahn (Fig. 61) aus dem Wege geräumt; es wird zwischen ihnen, wie man sich ausdrückt, eine Bahn ausgeschliffen. Das Wesen dieses Vorganges lässt sich mechanisch wohl am besten so auffassen, dass man die, die gemeinschaftliche Associationsbahn durchlaufende Erregung als eine moleculare Welle, vielleicht als eine, von zwei Seiten her erregte, stehende Welle betrachtet. Subjectiv erscheint eine solche Welle als elementare Wahrnehmung. Nach dem Aufhören des peripheren Reizes wird die Welle allmählich niedriger, ohne aber jemals oder doch in absehbarer Zeit vollständig zu verschwinden. Das psychische Aequivalent, die bewusste Wahrnehmung, ist an eine bestimmte Höhe der Welle gebunden und verschwindet mit dem Abklingen derselben. Die niedriger werdende Welle behält eine gewisse Spannung bei, unabhängig von ihrer Höhe — ähnlich der von der Stärke der elektro-motorischen Kraft unabhängigen Spannung eines elektrischen Stroms: sie besitzt das Bestreben, bei geringerer Veranlassung wieder die alte Höhe zu erreichen, und damit die ihr zukommende Wahrnehmung von neuem auftreten zu lassen, die vorher latente über die Schwelle des Bewusstseins zu heben.

Die molecularen Schwingungen, welche das Ausgeschliffensein einer Bahn bewirken, beschränken sich nicht auf den Axencylinderfortsatz; vielmehr ist die ganze Associationszelle bei der Bewegung betheiligt. Zelle und Fortsatz sind auch hier in functioneller Beziehung als ein einheitliches Element aufzufassen, eben so wie entwickelungsgeschichtlich und anatomisch. Mit dem schwingenden nervösen Elemente hat die eine Rindeneinheit gewissermassen stets einen Fuss in dem Gebiete der anderen, mit ihr functionell verbundenen.

Späterhin genügt ein Reiz, der die eine von zwei schon einmal gleichzeitig in Thätigkeit gewesenen Rindeneinheiten trifft, um die in der beide verbindenden Associationsbahn noch vorhandene Welle wieder hoch aufsteigen zu lassen und dadurch auch die andere Rindeneinheit mitzuerregen. Es ist aus der anatomischen Association beider Rindeneinheiten eine functionelle entstanden.

Je öfter eine Associationsbahn durchlaufen wird, um so stärker wird die Spannung der in derselben stehenden Welle, um so leichter gelangt diese bei späteren Erregungen bis zu der Höhe, bei welcher sie sich im Bewusstsein bemerklich macht, um so sicherer wird die functionelle Verbindung der durch die anatomische Bahn verknüpften Rindeneinheiten. Diese functionelle Verbindung, die Eigenthümlichkeit, dass, wenn einmal zwei Rindeneinheiten gleichzeitig oder kurz nach einander erregt worden sind, späterhin die Erregung der einen genügt, um die andere mitschwingen zu lassen, ist der allgemeinste Ausdruck für dasjenige, was wir Gedächtniss nennen. Sie sehen, dass das Gedächtniss keine transcendentale Eigenthümlichkeit der Seele ist, sondern in einer durchaus realen molecularen Bewegung der Ganglienzellen besteht. Die in der Associationsbahn stehende moleculare Welle ist, auf ihre Entstehung durch periphere Reizung der dazu gehörigen Rindeneinheiten bezogen, das latente Erinnerungsbild der elementaren Wahrnehmung und wird, indem sie, auf irgend welche Veranlassung ansteigend, sich ins Bewusstsein erhebt, in ihrem psychischen Aequivalente zu einer elementaren Vorstellung. Ich gehe gleich näher darauf ein.

Die elementare Empfindung selbst wird nicht erinnert; sie ist als durch die vorgebildete anatomische Einrichtung und die Empfindungsfähigkeit der Ganglienzellen gegeben zu betrachten

und wird bei jeder Reizung in der Projectionsbahn von neuem wieder in der gleichen Weise ausgelöst. Die Farbenempfindung blau z. B. ist unser Eigenthum. Wir brauchen dieselbe weder zu erlernen, noch im Gedächtniss zu behalten. Sie ist von selbst jedesmal da, wenn eine Erregung bestimmter Art in bestimmten Nervenbahnen verlaufend zur Grosshirnrinde gelangt.

Irgend ein Gegenstand möge auf der Netzhaut sich abbilden; es wird dadurch eine den gereizten Retinastellen entsprechende Gruppe von Rindeneinheiten an einer bestimmten Stelle der Grosshirnrinde in Erregung gebracht. Von den Rindeneinheiten aus werden die sämmtlichen von ihnen ausgehenden Associationsfasern angesprochen; die von zwei Seiten her gleichzeitig angesprochenen Bahnen werden durch Wegräumen der in ihnen befindlichen Hindernisse ausgeschliffen, d. h. es bleiben in allen denjenigen nervösen Elementen, welche je zwei erregten Rindeneinheiten gemeinschaftlich sind, moleculare Wellen für die Dauer zurück. Dieser durch leicht anzusprechende Associationsbahnen verbundene Complex von Rindeneinheiten ist das anatomische Substrat der Gesichtsvorstellung, des optischen Erinnerungsbildes des gesehenen Gegenstandes. (Die motorische Seite des Erinnerungsbildes mag vorläufig ausser Betracht bleiben.) Oder anders ausgedrückt: das Erinnerungsbild besteht physiologisch aus der Summe der bei seiner Entstehung in die Erscheinung getretenen molecularen Wellen derjenigen nervösen Elemente, welche die verschiedenen dabei gleichzeitig erregten Rindeneinheiten mit einander verbinden.

In Fig. 62 mögen die sechs Kreise sechs Rindeneinheiten der Sehsphäre, die geraden Linien die zuleitenden Projectionsfasern, die gebogenen Linien die Associationsfasern darstellen, welche jede Rindeneinheit mit einer jeden anderen verbinden. Es möge sich auf der Netzhaut ein Dreieck abbilden und dadurch die drei Rindeneinheiten 1, 3 und 6 der Sehsphäre erregt werden. Dann gerathen mit der Erregung der gesammten Rindeneinheiten auch die ihnen angehörenden nervösen Elemente, welche sie verbinden, die Associationsbahnen 1—3, 1—6 und 3—6 in Thätigkeit. Der Complex der drei Einheiten mit ihren leicht ansprechbaren Verbindungen ist das anatomische, die Summe der drei dauernd schwingenden und nur ganz allmählich an Spannung abnehmenden molecularen Wellen das functionelle Substrat des optischen Er-

innerungsbildes des gesehenen Dreiecks. Steigen auf irgend eine Veranlassung alle drei Wellen wieder zur ursprünglichen Höhe an, so erscheint als die psychische Begleitung das subjective Aequivalent ihrer Summe: die Gesichtsvorstellung des Dreiecks.

Wird ein schon einmal gesehener Gegenstand wieder gesehen, so trifft die in der Sehsphäre sich ausbreitende Erregung auf schon leicht durchgängige Bahnen. Diese Leichtigkeit der Leitung lässt den Gegenstand als bekannt, als schon einmal gesehen erscheinen. Umgekehrt erscheint uns ein gesehener Gegenstand dann als unbekannt, wenn die bei seiner Wahrnehmung in der Rinde erregten Einheiten noch nicht durch ausgeschliffene Bahnen mit einander verbunden sind, oder wenn durch einen Krankheitsprocess die vorhandenen bereits in Thätigkeit gewesenen Bahnen zerstört oder undurchgängig gemacht sind, oder wenn endlich die Spannung der früher einmal erregten Wellen von vorn herein eine nur geringfügige gewesen und durch die Länge der Zeit wieder so gut wie ganz verschwunden ist.

Wenn im Laufe der Entwickelung eine unendliche Anzahl von Gesichtseindrücken an den aufwachsenden Menschen herantreten und dementsprechend eine eben so grosse Anzahl von Gesichtserinnerungsbildern gebildet werden, so müssen dieselben associativen Elemente und dieselben in ihnen sich bildenden molecularen Wellen für eine grosse Anzahl von Vorstellungen verwandt werden. Die Anzahl der Rindeneinheiten ist eine verhältnissmässig beschränkte. Aber gerade wie dieselbe geringe Anzahl von Netzhautzapfen die allerverschiedensten Bilder durch die verschiedene Gruppirung aufnehmen kann, so ergiebt in gleicher Weise die verschiedene Combination der einzelnen Rindeneinheiten die Möglichkeit, eine unendliche Anzahl von Gesichtsvorstellungen zu bewältigen. Dabei erscheinen uns solche Gegenstände, bei denen ein theilweises Zusammenfallen der ihr Erinnerungsbild zusammensetzenden Wellen statt hat, als ähnlich. Solche Gruppen von thätigen associativen Elementen, die vielen Erinnerungsbildern gemeinsam sind, und die daher sehr häufig zusammen erregt, deren Molecularwellen mithin zu starker Spannung gebracht wurden, heben sich als eine Art optischer Begriffe aus der ganzen Masse der thätigen Elemente hervor. Ich habe darauf später des Näheren einzugehen.

Mit der bisher auseinandergesetzten, verhältnissmässig einfachen Auffassung der Erinnerungsbilder eines einzelnen Sinnes hat man sich nicht begnügt. Die Annahme, dass das Erinnerungsbild in nichts anderem bestehe, als in der erleichterten associativen Verbindung der bei der Wahrnehmung gleichzeitig in Thätigkeit getretenen Ganglienzellen, und dass dieselben Elemente bei den verschiedensten Erinnerungsbildern mitzuwirken haben, schien für die Erklärung physiologischer und insbesondere mancher pathologischer Erscheinungen Schwierigkeiten mit sich zu bringen, die man auf andere Weise zu umgehen hoffte. Man hat deshalb ziemlich allgemein angenommen, dass auf die oben erläuterte Art und Weise zwar die Wahrnehmungen der realen Objecte, die wirklichen sinnlichen Bilder zu Stande kommen, dass aber die zu diesen Wahrnehmungen gehörigen und durch sie erzeugten Erinnerungsbilder in besonderen Zellen oder Zellcomplexen, die von den wahrnehmenden Zellen verschieden seien, ihren Sitz haben. Dadurch wird das Erinnerungsbild zu etwas Concretem, für sich Vorhandenem, zu einer bestimmten Veränderung in einer einzelnen, nur diesem Zwecke dienenden Zelle oder Zellgruppe. Eine bestimmte Gesichtswahrnehmung, bleiben wir bei der eines Dreiecks stehen, wird von den wahrnehmenden Rindenelementen weiter reflectirt und in einer einzelnen erinnernden Zelle niedergelegt; und diese Zelle dient nun ausschliesslich dazu, gerade diese Gesichtsvorstellung des Dreiecks aufzubewahren. Das optische Erinnerungsbild dieses Dreiecks ist an das unversehrte Vorhandensein gerade dieser bestimmten Zelle geknüpft. Kommt nun eine neue Gesichtswahrnehmung, etwa die eines menschlichen Gesichts in die Rinde, so wird dieselbe zu einer benachbarten Erinnerungszelle geleitet und hier fixirt. Eine dritte Wahrnehmung, die eines Buchstabens, kommt in eine dritte solche Zelle hinein u. s. f.

In Figur 63 mögen die Kreise 1 bis 7 wahrnehmende Rindenelemente darstellen, die Kreise a bis g seien dagegen erinnernde Zellen. Will man sich eine anatomische Vorstellung davon machen, in welcher Weise die Ablagerung eines Erinnerungsbildes stattfinden soll, so müsste man annehmen, dass jedes wahrnehmende Element mit jedem vorstellenden durch eine Faser verbunden ist; ferner dass jederzeit ein vorstellendes Element gewissermassen auf der Lauer liegt, um die nächste eintreffende Gesichtswahrnehmung abzufangen, vorausgesetzt, dass dieselbe nicht schon

einmal dagewesen ist und daher bereits eine ihr adäquat abgestimmte Zelle findet. Ist das Letztere der Fall, so wird die Wahrnehmung als bekannt aufgefasst; findet sie aber unter sämmtlichen, bereits mit Erinnerungsbildern besetzten Zellen keine Heimath, so setzt sie sich in die zunächst noch freie Erinnerungszelle hinein. Ich habe Ihnen in der Fig. 63 drei solche Erinnerungsbilder schematisch dargestellt. Ob die Wahrnehmungszellen und die Erinnerungszellen für ein bestimmtes Sinnesorgan in derselben Gegend der Rinde, vielleicht in verschiedenen Schichten derselben liegen, oder ob sie an von einander ganz verschiedene Regionen der Rinde gebunden sein sollen, darüber gehen die Meinungen der Autoren auseinander.

Diese Hypothese gewährt den Vortheil, dass man mit ihrer Hilfe gewisse Ausfallserscheinungen der Pathologie in sehr einfacher Weise erklären kann, nämlich das Verschwinden von Erinnerungsbildern einer Sinnesregion nach localen Zerstörungen der Gehirnrinde. Ferner bietet die Trennung wahrnehmender und erinnernder Elemente die Möglichkeit, die physiologische Begründung des Unterschiedes zwischen den sinnfälligen Erscheinungen der Aussenwelt und den abgeblassten Schemen der Vorstellungen auf dem leichtesten Wege zu erfassen und damit auch die Entstehung der Hallucinationen verständlich zu machen.

Indessen scheint mir diese ganze Art der Auffassung, die der alten Schubkastentheorie des Gedächtnisses genau entspricht, doch zu grob schematisch und oberflächlich. Ich sehe von der Unmöglichkeit ganz ab, den dabei obwaltenden mechanischen Vorgang sich vollkommen klar zu legen, und auf jede Wirkung in die Ferne zu verzichten. Auch die Schwierigkeit, die in der unendlichen Anzahl unserer Erinnerungsbilder liegt, will ich nicht besonders betonen; die Anzahl von einer Milliarde Zellen in der Grosshirnrinde mag für die Unterbringung aller Vorstellungen, ihrer Theile und ihrer Zusammensetzungen ausreichen. Derjenige Grund, der mir vor allen anderen die geschilderte Hypothese gänzlich unhaltbar erscheinen lässt, liegt in dem Wesen unserer Vorstellungen selbst. Alle unsere Erinnerungsbilder tragen den Charakter von Combinationen. Jedes einzelne optische Erinnerungsbild z. B. erscheint aus einer ganzen Anzahl von Theilerinnerungsbildern zusammengesetzt, dasjenige eines bestimmten Menschen etwa, soweit es den optischen Apparat angeht, aus den Bildern der

einzelnen Theile, welche die Figur zusammensetzen, der Kleidungsstücke, des Ganges. Einzelne Theile des Gesammtbildes können wechseln, und wechseln beständig, wie die Kleider, aber auch das ganze Aussehen eines Menschen bei zunehmendem Alter, im Verlauf einer Krankheit. Hier verschiebt sich thatsächlich Alles, und doch bleibt uns neben und aus der unendlichen Zahl der Einzelerscheinungen des Individuums heraus ein Gesammterinnerungsbild von den verschiedenen Phasen seines Aussehens, den verschiedenen Kleidungsstücken, den verschiedenen Stellungen, in denen wir dasselbe gesehen haben, vorhanden. Auf der anderen Seite sind dieselben Theilerinnerungsbilder Bestandtheile verschiedener Gesammterinnerungsbilder, welche, je nach der Anzahl der ihnen gemeinsamen Stücke, mehr oder weniger Aehnlichkeit mit einander haben. Denken wir uns die Erinnerungsbilder der einzelnen Menschen, die wir kennen, je in einer Zelle aufbewahrt, so ist gar nicht einzusehen, weshalb alle diese Menschen in der Erinnerung einander ähnlich sind, insoweit nämlich als sie alle zur Gattung Mensch gehören. Die Aehnlichkeit ist offenbar nicht eine nebensächliche, durch das Mitanklingen anderer Zellen, etwa der Zelle, welche den Wortklang „Mensch“ enthält, bedingt, sondern sie liegt in der Natur der Sache. Man muss also entweder annehmen, dass die wahrnehmenden Elemente doch eine Rolle bei den Erinnerungsbildern spielen, indem sie es sind, welche die in der Natur der Dinge liegende Aehnlichkeit auch bei den Vorstellungen festhalten. Das widerspricht aber der Voraussetzung der ganzen Hypothese; denn dann wären ja die Wahrnehmungszellen bei der Erinnerung betheiligt. Oder man muss nur die Theilerinnerungsbilder in besonderen Zellen suchen, die Gesammterinnerungsbilder dagegen, also etwa das eines bestimmten Menschen, erst durch Combination der Theilerinnerungsbilder entstehen lassen. Derselbe Schluss zwingt dazu, jedes Theilerinnerungsbild immer weiter zu spalten, so lange es überhaupt noch Theile besitzt, also z. B. auch für das Theilerinnerungsbild eines Fingers keine besondere Zelle anzunehmen, sondern dasselbe seinerseits wieder in seine Theile zu zerlegen. So kommt man mit Nothwendigkeit schliesslich zu Elementarerinnerungsbildern herab, die genau den elementaren Wahrnehmungen gleichen, welche ich als die primären Leistungen der Association Ihnen vorgeführt habe. Damit aber wird die Annahme besonderer Er-

innerungszellen, die zur Aufbewahrung der elementaren Erinnerungsbilder dienten, überflüssig.

Genau das Gleiche, was ich vorhin für das optische Sinnesgebiet ausgeführt habe, gilt für die Vorgänge, die sich in den einzelnen anderen Sinnesgebieten abspielen; es gilt ebenso für die Verbindung verschiedener Sinnesgebiete mit einander. Werden gleichzeitig oder kurz nach einander zwei verschiedene Sinnesgebiete durch Wahrnehmungen erregt, so werden in der beide Gebiete verbindenden Associationsfaserung Bahnen ausgeschliffen, und zwar treten in allen denjenigen nervösen Elementen moleculare Wellen auf, welche jede erregte Rindeneinheit des einen Sinnesgebietes mit jeder erregten Rindeneinheit des anderen verbinden. Ich will den bequemen Namen einer ausgeschliffenen Bahn für die Summe der im gegebenen Falle stehen bleibenden und bei irgend welcher Anregung leicht wieder ansteigenden molecularen Wellen beibehalten.

Stellen wir uns die Hirnrinde zunächst noch frei von Erinnerungsbildern vor, also alle associativen Elemente noch unberührt von den den Vorgang der Association begleitenden molecularen Wellen, und nehmen wir an, dass irgend eine Erscheinung gleichzeitig auf das Auge und das Ohr einen Eindruck mache. Es handle sich um einen bellenden Hund; so entsteht zur selben Zeit ein Gesichtsbild des Hundes in der Sehsphäre (Fig. 64 O) und ein Klangbild des Bellens in der Hörsphäre (A). Gleichzeitig mit der Erregung der betroffenen Rindeneinheiten beider Rindenregionen werden sämmtliche von ihnen ausgehenden Associationsfasern angesprochen und diejenigen ausgeschliffen, welche die erregten Rindeneinheiten, sowohl innerhalb eines jeden einzelnen Sinnesgebietes, als zwischen beiden Rindenabtheilungen (O A) verbinden. Hört das betreffende Individuum später einen Hund bellen, ohne ihn zu sehen, so wird zunächst in der Hörsphäre das schon bekannte Klangbild erregt. Die Erregung der getroffenen Rindeneinheiten strahlt nach allen Richtungen hin aus, findet aber überall Widerstand, mit Ausnahme der bereits ausgeschliffenen Bahn A O zu den Einheiten, welche in ihrem Zusammenhange das Gesichtsbild des Hundes (O) repräsentiren. Diese Einheiten schwingen in Folge dessen mit, die zwischen ihnen stehenden Wellen steigen an und heben, wenn die Erregung eine genügend starke ist, die Vorstellung des gesehenen

Hundes in das Bewusstsein. So löst also das in der Hirnrinde wach gerufene Klangbild des Bellens an einer anderen Stelle der Hirnrinde die Gesichtsvorstellung des Hundes aus; der Beobachter schliesst von dem gehörten Laut auf das nicht gesehene, sondern nur erinnerte Bild des Hundes zurück. Dieser ganze Process ist ein Schlussprocess, und der Schluss selbst die Grundform des Denkens.

Setzen Sie nun den Fall, der Beobachter hätte den Hund gestreichelt und auf diese Weise eine Tastvorstellung (T) desselben gewonnen, so wird auch diese auf dem Wege der Associationsfaserung (T A und T O) mit dem Gesichts- und Gehörsbilde des Hundes verbunden werden. In diesem Falle wird das zur Wahrnehmung kommende Bellen des Hundes ein Mitschwingen beider anderer Rindengebiete hervorrufen. Diese gesetzmässige Verbindung der Erinnerungsbilder verschiedener Sinnesgebiete mit einander durch in den gemeinschaftlichen associativen Elementen stehende Wellen, vermittelst deren jene sich später gegenseitig hervorrufen, ist schon als die Bildung eines, allerdings sehr einfachen, concreten Begriffs zu betrachten. Der Begriff eines Hundes ist also für denjenigen, welcher ihn gesehen, gehört und gestreichelt hat, in der Verbindung der drei durch die Erscheinung des Hundes in der Rinde erregten Zellcomplexe gegeben.

In Wirklichkeit verläuft die Erwerbung auch der einfachsten Begriffe viel complicirter. Denn einerseits kommt der einfachste Fall, dass in jedem Sinnesgebiete nur je eine Wahrnehmung gegeben ist, und diese Wahrnehmungen ihre Ursache in demselben äusseren Dinge haben, selten oder niemals vor; vielmehr wirkt meist eine Mehrheit von Dingen gleichzeitig auf jedes Sinnesgebiet ein. Die Zusammengehörigkeit von elementaren Wahrnehmungen eines einzelnen Sinnes zu einem Gegenstande sowohl, als der gesetzmässige Zusammenhang der Sinneswahrnehmungen verschiedener Sinne stellt sich erst im Laufe der Zeit durch vielfältige Erfahrung heraus. Andererseits ist dem noch unberührten Gehirne der eigene Körper völlig fremd; der Gebrauch der Sinnesorgane selbst muss erst mühsam erlernt werden.

Der Erwerb von Erinnerungsbildern und Vorstellungen beim Neugeborenen geht in der Weise vor sich, dass ein grosser Bezirk der empfindlichen Körperoberfläche in diffuser Weise gereizt wird, z. B. beim Saugen,

oder beim ersten Hineinblicken in die umgebende Welt. Dadurch wird eine ausgedehnte Region des Grosshirns gleichzeitig und in annähernd gleichartiger Weise erregt. Die entstehenden Wellen in den Associationen bilden in Folge dessen sowohl innerhalb des einzelnen Sinnesgebietes, als zwischen den verschiedenen Gebieten breite Ströme, deren einzelne Theile in gleichmässiger Stärke fliessen. De Erregungen, welche verschiedenartigen Eindrücken entsprechen, sind daher im Anfange einander sehr ähnlich. Erst nach und nach, durch das immer neue Eindringen von Erregungen, die einander in einzelnen Theilen gleichen, in anderen von einander sich unterscheiden, kommt es zu stärkerer Hervorhebung einzelner, zur Unterdrückung anderer Bestandtheile, also zu einer Abstufung in der ursprünglich gleichmässigen Strömung der Associationen. Genau das Gleiche gilt für die Bewegungen, die, wie später zu erörtern sein wird, als anscheinend freiwillige, die letzten Ausläufer der im Gehirn vor sich gehenden Erregung nach aussen hin, in den Körper zurück, darstellen.

Die ungleich gründliche Ausarbeitung in der Abstufung der associativen Verbindungen unterscheidet die geistige Thätigkeit der verschieden hoch stehenden Thierarten. Je reicher jene Ausbildung, um so schwerer die Erkenntniss der Gesetzmässigkeit der Handlungen, um so deutlicher das Auftreten scheinbarer „Spontaneïtät"; je ärmlicher die Gliederung in der Associationskette, um so automatischer die Thätigkeit, die Aeusserungen eines Wesens, um so näher dem einfachen Reflex. Somit ist der Unterschied zwischen Mensch und Thier in erster Linie durch die Reichhaltigkeit der Associationsfasern des Grosshirns bedingt.

Aus der Entstehung des Begriffes geht hervor, dass eine wesentliche Verschiedenheit zwischen dem Begriff und dem nur einer Sinnessphäre angehörigen Erinnerungsbilde nicht besteht. Wer die Erinnerungsbilder als den Wahrnehmungen gegenüber selbstständige und an besondere Erinnerungszellen gebundene Dinge ansieht, muss consequenterweise den gleichen Schritt auch in Bezug auf die Begriffe thun und einen jeden einzelnen vom einfachsten an bis zum höchsten und abstractesten hinauf in eine besondere Begriffszelle einsperren. Dieser Schritt wird in der That gethan und hat die unglückliche, durch eine missverständliche Auffassung Wernicke'scher Ausführungen noch gestützte Idee eines Begriffscentrums hervorgebracht, das fast in allen modernen Aphasieschematen umherspukt.

Aus jenem einfachsten Beispiele vom Hunde ergiebt sich unter Anderem die Subjectivität des Begriffs. Für den Blinden, der den Hund nicht sieht, oder für denjenigen, welcher ihn zufälliger Weise niemals berührt hat, ist der Begriff des Hundes um eine Componente ärmer. Der Begriff entsteht erst aus unserer Erfahrung heraus, und daher sind die Begriffe verschiedener

Individuen sowohl, wie die Begriffe desselben Individuums zu verschiedener Zeit niemals die gleichen, sondern je nach der Erfahrung verschieden. Man denke nur an den der Märchenwelt entlehnten Begriff „König“ eines Kindes und den gleichen Begriff eines Politikers.

Eine zweite Folgerung aus unserem Beispiele ist, dass schon der einfachste Denkvorgang, sobald nur das Gebiet der einzelnen Sinneswahrnehmung verlassen wird, sich sofort über einen grossen Theil der gesammten Hirnrinde ausbreitet. Localisirt ist nur die einfache Sinneswahrnehmung und das Erinnerungsbild innerhalb eines einzelnen Sinnesgebietes; beim Denken dagegen sind stets Theilchen aus allen Parthien des cortex gleichzeitig in Thätigkeit.

So einfach, wie hier geschildert, mögen im Allgemeinen die Begriffe der Thiere sein. Für den Menschen kommt noch etwas Besonderes zu den unmittelbaren Sinneseindrücken, die ein Gegenstand als solcher macht, hinzu, nämlich die sprachliche Bezeichnung, von der uns an dieser Stelle nur das Klangbild des Wortes interessirt. Den bereits betrachteten Theilvorstellungen des Begriffs Hund schliesst sich als vierte noch das Klangbild des Wortes „Hund“ an und wird durch Ausschleifen von Associationsbahnen mit den in den anderen Rindengebieten gelegenen Zellcomplexen verbunden (Fig. 64, S). Künftig genügt schon das blosse Hören des Wortes „Hund“, um sämmtliche Theilvorstellungen leise mitschwingen zu lassen. Beim Menschen entwickelt sich das Klangbild des Wortes zu einer Art Centralstation für den Begriff, welche von allen anderen Sinnesgebieten her zuerst und am kräftigsten angesprochen wird und ihrerseits am leichtesten alle anderen Theilerinnerungsbilder ins Mitschwingen gerathen lässt. So wird das Wort das äusserliche Zeichen des Begriffs. Diese Eigenschaft des Wortes ermöglicht dem Menschen allererst das begriffliche Denken. Es entspricht dem die anatomische Thatsache, über welche ich Ihnen berichtet habe, dass der Schläfelappen des Menschen die ausgedehntesten und stärksten Verbindungen mit allen anderen Rindenfeldern hat, während diese untereinander nur durch geringfügige, der anatomischen Untersuchung vorläufig unzugängliche Faserzüge verbunden sind. Bei allen höheren Begriffen ist das Klangbild des Wortes das unerlässliche Zwischenglied zwischen den einzelnen Theilvorstellungen.

An das Klangbild „Hund“, das vom Kinde zuerst nur mit

einem einzelnen bestimmten Hunde in Verbindung gebracht wurde, schliessen sich später die Erinnerungsbilder aller Hunde an, die der Heranwachsende sieht: ein Vorgang, der durch das Zusammenfallen eines grossen Theiles der diese verschiedenen Erinnerungsbilder zusammensetzenden molecularen Wellen wesentlich erleichtert wird. Mehr oder weniger eng werden daran die Erinnerungsbilder aller derjenigen Vorgänge und Oertlichkeiten associirt, bei denen ein Hund gesehen wurde oder eine Rolle gespielt hat; es treten damit die Vorstellungen und Vorstellungsreihen in Verbindung, welche der Unterricht und die sonstige Erfahrung über den Hund, seine Beschaffenheit, sein Leben der Hirnrinde zuführt. So wird schliesslich das Klangbild „Hund" ein Knotenpunkt, von dem Associationsbahnen in alle möglichen Theile der Hirnrinde führen, und bei dessen Erweckung eine grosse Anzahl von Vorstellungsreihen, die einen stärker, die anderen schwächer, mitschwingen.

Nicht die Abstraction von allem Nebensächlichen schafft den Begriff, wie die Schulpsychologie lehrt, sondern gerade das Mitschwingen aller derjenigen Vorstellungen, welche jemals in Beziehung zu einem bestimmten Wortbegriff traten, charakterisirt ihn. Die Begriffe stellen Summenerscheinungen der aus der Erfahrung stammenden Erinnerungsbilder dar; deshalb können wir mit ihnen arbeiten. Gerade wie bei den Erinnerungsbildern können auch bei den Begriffen die Bestandtheile, die Summanden, welche sie aufbauen, seien dieselben niedere Begriffe oder Vorstellungen einzelner Sinne, gleichzeitig sehr verschiedenen Begriffen zugehörig sein; und deshalb können wir im Geiste von einem Begriffe sehr leicht zu einem anderen verwandten gelangen.

Wir haben die psychischen, ins Bewusstsein fallenden Begleiterscheinungen der molecularen Bewegungen in den Ganglienzellen, die subjective Seite ihrer Thätigkeit, vorhin bis zur elementaren Vorstellung verfolgt, und wollen diese Betrachtung hier wieder aufnehmen. Wenn durch äusseren Reiz veranlasst eine ganze Anzahl elementarer Wahrnehmungen gleichzeitig ins Bewusstsein treten, so erscheinen dieselben nicht getrennt neben einander im Bewusstsein, sondern sie setzen sich zu einer einheitlichen Wahrnehmung zusammen, die allerdings den Charakter des Zusammengesetzten an sich trägt, deren Theile aber als etwas Zusammengehöriges, als ein einziger geistiger Akt aufgefasst werden. Wir haben nur e i n Bewusstsein der verschiedenen elemen-

taren Wahrnehmungen. Das gilt nicht nur für die räumlich neben einander auftretenden Gesichtswahrnehmungen, sondern ebenso gut für die zeitlich kurz nach einander sich bemerklich machenden Eindrücke des Gehörs. Immerhin kann nur eine verhältnissmässig geringe Zahl elementarer Wahrnehmungen gleichzeitig und zusammen aufgefasst werden. Sobald eine grössere Menge von Rindeneinheiten in denselben oder gar solche verschiedener Sinnesgebiete gleichzeitig erregt werden, geschieht die Wahrnehmung der einzelnen Gruppen zeitlich nach einander.

In ganz ähnlicher Weise verhalten sich die in das Bewusstsein fallenden, von sinnlicher Thätigkeit nicht begleiteten Vorstellungen. Es ist offenbar, dass im Gehirne des Menschen, sobald derselbe nur einige Zeit auf der Welt existirt hat, eine sehr grosse Anzahl von molecularen Wellen der allerverschiedensten Spannungsgrade als das Resultat der während des Lebens aufgesammelten Erfahrungen vorhanden sind. Von diesen besitzt jederzeit nur eine geringe Anzahl diejenige Wellenhöhe, die sie zusammen als eine Gesammtvorstellung ins Bewusstsein treten lässt. Keine Welle behält ihre Höhe längere Zeit bei; eine jede fällt sofort wieder ab und verschwindet damit aus dem Bewusstsein, um anderen Platz zu machen. Und so löst unaufhörlich im normalen Gehirn eine Vorstellung die andere ab.

Die Grundlage der letzterwähnten Thatsachen scheint mir ein Gesetz zu bilden, dessen Bedeutung späterhin sich noch besonders hervorheben wird: die Summe der Spannungen aller vorhandenen molecularen Wellen ist innerhalb gewisser zeitlicher Grenzen im selben Individuum eine annähernd constante. Mit dem Lebensalter, mit der Ernährung, in Folge von Ermüdungsvorgängen mag diese Menge der psychischen Energie wechseln. Die Folge dieses Gesetzes ist, dass, wie erwähnt, das Auftauchen von Vorstellungen über die Bewusstseinsschwelle nicht stattfinden kann, wenn nicht gleichzeitig die bisher vorhanden gewesenen absinken; dass ferner die Intensität, die absolute Höhe einer einzelnen Vorstellung oder Vorstellungsgruppe stets im umgekehrten Verhältniss zu ihrer Extensität, d. i. zu der Anzahl der die Gruppe zusammensetzenden elementaren Wellen steht. Ich will diese Eigenthümlichkeit unseres Geistes das Gesetz von der constanten Menge der psychischen Energie nennen.

Nur in seltenen Fällen vereinigt eine einzige Vorstellungs-

reihe die überwiegende Menge der vorhandenen psychischen Energie auf sich. Nur bei sehr tiefem Nachdenken über irgend ein Problem oder bei angespanntester Aufmerksamkeit auf einen in einem einzelnen Sinnesgebiete zu erwartenden Vorgang pflegt eine solche Concentration einzusetzen. Meistens vertheilt sich die psychische Energie derart auf zwei oder mehrere Vorstellungsreihen, dass zwischen den Spannungssummen derselben nur geringfügige Unterschiede vorhanden sind. In diesem Falle springt gewissermassen das Bewusstsein öfter von der einen Reihe zur anderen hinüber, um nach einiger Zeit wieder zur ersten zurückzukehren; auch lösen, da eine intensive Spannung nirgends vorhanden ist, einbrechende Sinneseindrücke leicht diese oder jene Vorstellung aus. Je nach ihrem Spannungsgrade können derartige Vorstellungen dann die Grundlage für die weitere Gedankenkette bilden und die vorher auf der Höhe gewesenen Reihen unterdrücken, oder sie machen unmittelbar oder nach kurzer Zeit wieder einer der unterbrochenen Vorstellungsreihen oder einer neuen durch einen weiteren Sinneseindruck hervorgerufenen Vorstellung Platz. So schiebt sich häufig in den Hauptgedankengang eine etwa durch eine Frage wachgerufene Nebenreihe ein, nach deren Untertauchen die alte Kette an der Stelle, wo sie unterbrochen wurde, wieder aufgenommen wird.

Man hat sich viel Mühe gegeben, den Unterschied zwischen den Sinneswahrnehmungen und den Vorstellungen oder Erinnerungsbildern zu erklären. Die Beantwortung einer dahin zielenden Frage wird um so schwieriger, nachdem eine Verschiedenheit der in beiden Fällen betheiligten nervösen Elemente abgelehnt wurde. Vielleicht ist an das starke Mitschwingen der von der Peripherie her zuerst erregten Schaltzellen als an die Ursache für den sinnlichen Charakter der Wahrnehmung zu denken, die beim Erinnerungsbilde nur nebenher mittönen. Auch gegen die Heranziehung der Mitarbeit subcorticaler Centren zur Erklärung der Thatsachen lässt sich nicht viel sagen, dagegen erscheint eine Betheiligung der peripheren Sinnesorgane wohl ausgeschlossen. Genauere Untersuchungen über den Sitz der Hallucinationen dürften hier Auskunft geben.

Die Frage, ob denn Sinnesbilder und Erinnerungsbilder überhaupt wesentlich von einander verschieden seien, wird von Meynert bejaht. Ihm ist das Erinnerungsbild nicht bloss im Verhältniss zum äusseren Ding, sondern auch im Verhältniss zur Sinnesempfindung nur ein Symbol. In der Vorstellung des intensivsten Lichtes ist nach ihm noch nicht der millionste Theil der Intensität eines wirklich gesehenen Lichtfünkchens enthalten. Es scheint mir, als ob diese Annahme Meynert's auf einer gewissen Mangelhaftigkeit seines Reproductionsvermögens beruhe. Derselbe hat wiederholt

von sich gesagt, dass er nicht im Stande sei, z. B. eine gedachte Farbe sich sinnlich vorzustellen, was mir selbst und wahrscheinlich den meisten von Ihnen ohne weiteres gelingt. In einem ähnlichen Zustande wie Meynert befinde ich mich persönlich in Bezug auf den Geruch; ich bin auch mit der grössten Anstrengung nicht im Stande, mir einen Geruch sinnlich vorzustellen, während ich Personen kenne, die hierzu ganz ausserordentlich gut befähigt sind. Auf der anderen Seite giebt es bekanntlich Personen, denen bei geschlossenen Augen das Gedachte mit all seinen sinnlichen Eigenthümlichkeiten scharf und klar vor Augen steht. Es ist ein Verdienst der Franzosen, insbesondere Charcot's, darauf hingewiesen zu haben, dass auch in Bezug auf die Art und Weise ihrer Vorstellungen die Anlage verschiedener Menschen eine durchaus verschiedene ist.

Welche Vorstellung während des Denkens die vorangegangene ablöst, hängt von zwei Dingen ab, nämlich einerseits von dem Grade der Spannung der einzelnen Wellen, welche überhaupt vorhanden sind, und welche die latenten Vorstellungen zusammensetzen, und andererseits von der Anzahl der Einzelassociationen, welche die bei einer Vorstellung betheiligten Rindeneinheiten mit den gerade in Arbeit befindlichen Rindeneinheiten besitzen. Unter im übrigen gleichen Umständen wird deshalb von zwei Vorstellungen, deren Wellen ungleiche Spannung haben, diejenige im Bewusstsein auftauchen, bei der die Summe sämmtlicher in ihr vorhandener Spannungen die grössere ist, von zwei Vorstellungen gleicher Spannungssummen wird dagegen diejenige ins Bewusstsein kommen, die die grössere Anzahl Associationen mit denjenigen Rindeneinheiten gemein hat, welche bei der vorher im Bewusstsein gewesenen Vorstellung gearbeitet haben. Ganz allgemein wird also immer diejenige Vorstellung folgen, abgesehen von etwa in die Gedankenkette sich einschiebenden Sinnesreizen, bei der das Produkt aus der Summe der Spannungen ihrer molecularen Wellen und der Anzahl der Associationen zu den vorher arbeitenden Rindeneinheiten ein Maximum ist. Es kann daher auf ein und dieselbe Vorstellung das eine Mal diese, das andere Mal jene neue Vorstellung folgen, je nach dem jeweiligen Stande des ganzen geistigen Inhalts. Daraus dass wir über den Zustand des gesammten unter der Bewusstseinsschwelle befindlichen Denkmaterials im Allgemeinen sehr schlecht unterrichtet sind, und dass die von aussen her kommenden Wahrnehmungen, meist ohne dass wir den Zusammenhang ahnen, diese oder jene Wellenmasse aufrühren, erklärt sich der mitunter vorhandene anscheinende Mangel an Zusammenhang zwischen

einander ablösenden Vorstellungen, das scheinbar unvermittelte Aufsteigen von Erinnerungen in unserem Bewusstsein. Auf der anderen Seite können zwei Vorstellungen so fest mit einander verbunden sein, dass das Auftauchen der einen die andere unter allen Bedingungen mit über die Bewusstseinsschwelle zieht.

Wir haben bisher bei der Wahrnehmung eines äusseren Gegenstandes nur mit möglichst einfachen Verhältnissen gerechnet, mit einem noch gar nicht oder nur sehr wenig von äusseren Eindrücken berührten Gehirne. Wir haben daher noch den Fall genauer zu untersuchen, dass eine complicirte Sinneswahrnehmung ein bereits durchgearbeitetes mit unzähligen latenten Vorstellungen jeden Spannungsgrades angefülltes Gehirn trifft. Die Sinnesempfindung regt eine Reihe molecularer Wellen an, von denen sich einzelne schon im Zustande starker Spannung befinden, andere wenig oder gar nicht in Thätigkeit sind. Die ersteren, durch den eindringenden Sinneseindruck verstärkten, ziehen durch die vorhandenen Associationen andere mit ihnen nahe verbundene Wellengruppen in die Höhe. Zu diesem Material kommen alle diejenigen Wellenverbindungen hinzu, welche, ohne irgend welche Beziehung zu der eindringenden Sinnesempfindung zu haben, stark gespannt, vielleicht sogar gerade über der Schwelle des Bewusstseins waren. Dasjenige, was nun im nächsten Augenblicke wirklich im Bewusstsein erscheint, die eigentliche Wahrnehmung, ist somit gar nicht allein abhängig von der im Augenblicke vorhandenen Thätigkeit der Sinne, sondern es ist wesentlich mit abhängig von dem jeweiligen Zustande des gesammten Vorstellungsinhaltes der Hirnrinde.

Diese Verhältnisse im Zusammenhang mit dem Gesetz von der constanten Menge der psychischen Energie bewirken, dass wir alles das, was ein Sinnenbild uns bietet, gar nicht auf einmal in uns aufnehmen: was an demselben auf schon vorbereitete Rindeneinheiten trifft, wird sofort in den Vorstellungskreis mit hineingezogen; was gänzlich neu und unbekannt ist, wird, wenn es sich nicht besonders aufdrängt, zurückgewiesen und übersehen. Hier liegt die Ursache, warum verschiedene Menschen, ja derselbe Mensch zu verschiedener Zeit dasselbe Sinnenbild ganz verschiedenartig sehen, warum wir sogar, wenn eine Gedankenkette mit ganz besonders intensiver Spannung in unserem Geiste abläuft, die andringenden Sinnenbilder überhaupt nicht wahrnehmen,

oder warum, wenn moleculare Wellengruppen in einem einzigen Sinnesgebiete besonders hoch gehen, die von aussen her in ein anderes Sinnesgebiet gelangenden Anregungen die hier vorhandenen sehr niedrigen Wellen nicht bis zu derjenigen Höhe steigen lassen können, welche die ihnen zukommenden Wahrnehmungen über die Bewusstseinsschwelle heben würde. Wird die Spannung in der neuen Wahrnehmung eine verhältnissmässig hohe, und geht dementsprechend diejenige in dem eben thätigen Gebiete noch rechtzeitig zurück, so kann die gemachte Wahrnehmung noch nachträglich in das Bewusstsein einrücken.

Das Gegentheil des eben betrachteten Vorgangs findet bei der Aufmerksamkeit statt. Hier ist aus irgend einem Grunde die überwiegende Menge der psychischen Energie auf ein Sinnesgebiet oder gar auf ein einziges Erinnerungsbild oder eine enge Gruppe von solchen in einem Sinnesgebiete und vielleicht eine einzige dazugehörige Vorstellung oder Vorstellungsreihe vereinigt. In Folge dessen treffen die in dieses Sinnesgebiet einbrechenden Sinneseindrücke hoch gespannte Wellen und machen sich deshalb, auch wenn sie selbst sehr schwach sind, sofort und intensiv im Bewusstsein bemerklich. Je enger der Umfang der hoch gespannten Wellengruppe ist, um so intensiver kann die Aufmerksamkeit sein, um so schärfer ist die Wahrnehmung der äusseren Einwirkung.

Ich muss auf diese Verhältnisse noch etwas näher eingehen. Um uns der physiologischen Grundlage des Associationsvorganges zu nähern, waren wir von der möglichst einfachen Form, von der Verbindung nur zweier Rindeneinheiten durch eine in der ihnen gemeinschaftlichen Associationsbahn stehende Welle ausgegangen und hatten angenommen, dass späterhin die Erregung der einen von beiden Rindeneinheiten genügt, um zunächst die abklingende Welle wieder ansteigen zu lassen und sodann vermittelst der letzteren die zweite Rindeneinheit in Thätigkeit zu versetzen. Von hier konnte die Erregung dann wieder auf eine dritte Einheit übergehen und so fort. Im durchgearbeiteten Gehirne liegen die Verhältnisse offenbar nicht so einfach. Hier ist jede einzelne Rindeneinheit mit unzähligen anderen in functioneller Verbindung. Keineswegs werden aber bei der Erregung einer Einheit alle mit ihr verbundenen anderen Einheiten, das wäre unter Umständen die gesammte Hirnrinde, angesprochen.

Es wird vielmehr nur dann eine Rindeneinheit von einer anderen aus zur Thätigkeit gebracht werden, wenn entweder die in der gemeinschaftlichen Associationsbahn vorhandene Welle vorher schon eine starke Spannung besass, oder die erste Rindeneinheit gleichzeitig von verschiedenen Seiten her angesprochen wird. Ich möchte hier besonders darauf aufmerksam machen, dass die Rindeneinheit in Bezug auf die Vorstellungsassociation nichts anderes ist, als die Summe der von ihr ausgehenden Associationsbahnen. Bei ihrer Betheiligung an einer Gedankenkette treten die Rindeneinheiten keineswegs in ihrer Gesammtheit mit all ihren Verbindungen in Thätigkeit, sondern es handelt sich stets nur um verhältnissmässig wenige Associationsbahnen, deren Wellen in Betracht kommen. Die Thätigkeit der Rindeneinheit besteht in der Weitergabe der Erregung an die sie zusammensetzenden associativen Elemente. Dieselbe ist kein arbeitendes Ganzes, kein psychisches Individuum, sondern nur ein Knotenpunkt, eine Art selbstthätiger Weiche, durch deren Vermittelung die von einem Punkte herkommende Erregung nach jedem beliebigen Punkte der Hirnrinde geleitet werden kann.

Diese letzten Auseinandersetzungen führen uns unmittelbar zu dem noch übrigen, wichtigen, aus der Combination der Vorstellungen hervorgehenden Elemente psychischer Thätigkeit. Sie haben gesehen, dass das Zusammenarbeiten zweier Rindeneinheiten, also das Auftreten einer elementaren Vorstellung, dadurch veranlasst werden kann, dass beide Rindeneinheiten gleichzeitig oder kurz nach einander von aussen her auf dem Wege der zuleitenden Fasern erregt werden; dass eine Welle starker Spannung ferner dann die ihr zukommende Vorstellung ins Bewusstsein heben kann, wenn nur eine der beiden betheiligten Rindeneinheiten von aussen her oder auf dem Wege der Association angeregt wird. In dem einen Falle handelt es sich um das Gewinnen einer Erfahrung aus der Aussenwelt durch die Thätigkeit der Sinne, in dem anderen um die Reproduction einer früher gemachten Erfahrung durch das Denken, auf Anregung sei es der Sinne, sei es einer anderweitigen Vorstellung. Es giebt aber noch eine dritte Möglichkeit, zwei Rindeneinheiten gleichzeitig oder kurz nach einander in Erregung zu versetzen, sodass eine elementare Vorstellung entsteht. Es können nämlich während des Gedankenablaufs auf dem Wege der Association von anderen

Stellen her zwei Rindeneinheiten gleichzeitig erregt werden, die bisher in Folge äusserer Anregungen noch niemals gleichzeitig in Thätigkeit gewesen waren, und deren gemeinsame Associationsbahn sich daher noch in dem ursprünglichen Ruhezustande befand. Dasselbe kann geschehen, wenn nur die eine der beiden Rindeneinheiten auf dem Wege der Association, die andere dagegen von aussen, von den Sinnen her, erregt wurde. In diesen Fällen entsteht eine neue elementare Vorstellung, für die eine äussere Veranlassung nicht vorliegt; eine zufällige Vorstellung, insofern ein causaler Zusammenhang zwischen den beiden Anlässen, die die Erregung der in Frage stehenden Rindeneinheiten hervorriefen, nicht vorhanden war — wennschon natürlich eine jede Erregung für sich einer Causalkette angehörte. Auf einer derartigen Entstehung von Vorstellungen beruht das Wesen der Phantasie. Was hier für die elementaren Vorstellungen gilt, gilt in gleicher Weise für Gesammtvorstellungen und ganze Vorstellungsgruppen, nur dass hier neu producirte und reproducirte Elemente sich in derselben Summe, derselben Gesammtvorstellung zusammenfinden. Aber immer handelt es sich um das Zusammenbringen von Dingen, zwischen denen ein erfahrungsgemässer Zusammenhang nicht besteht.

Etwas wirklich, auch in den Grundlagen Neues kann daher die Einbildungskraft nicht schaffen. Ihre Elemente nimmt auch sie aus der Erfahrung. Nur durch Gruppirung schafft sie, nur durch die Combination der Elemente weicht sie von den Resultaten der Erfahrung ab.

Für die Gebilde der Phantasie gilt etwas Aehnliches wie das, was ich vorher für die einfache Association aus der Erfahrung heraus anführte. Verschiedene Rindeneinheiten, verschiedene Vorstellungen, die gleichzeitig oder kurz nach einander in Thätigkeit treten, werden durchaus nicht immer zu einer Gesammtvorstellung vereinigt. Im Gegentheil haben wir gesehen, dass verschiedene Vorstellungsreihen neben einander herlaufen und sich abwechselnd ins Bewusstsein drängen können, ohne zu einander in nähere Beziehungen zu treten. Am leichtesten wird die Thätigkeit der Phantasie solche Vorstellungen mit einander vereinigen können, die schon zum Theil mit einander in Verbindung stehen; in diesem Falle beschränkt sich die Produktion darauf, diese Verbindung auszubauen, alle die Theilassociationen her-

zustellen, die zwischen den beiden Vorstellungen bisher noch nicht in Thätigkeit waren. Je geringfügiger die schon vorhandene Verbindung zweier Vorstellungen, oder einer Sinneswahrnehmung und einer Vorstellung ist, eine um so grössere Kraft der Phantasie gehört dazu, diese Verbindung ausserhalb der Erfahrung auszubauen, die beiden Vorstellungen, oder Theile derselben zu einer neuen Vorstellung zu vereinigen, um so mehr Zeit wird zur Vollendung dieses Ausbaues gebraucht.

Diesen Ausbau der Verbindung zweier gleichzeitig im Bewusstsein auftauchenden, an sich also schon vorhandenen Vorstellungen hat Wundt wohl im Auge, indem er bei der Phantasie die Verbindung der Vorstellungen nach einem bestimmten Plane geschehen lässt und ausführt, dass jede Phantasiethätigkeit mit irgend einer Gesammtvorstellung beginne, welche zunächst nur in unbestimmten Umrissen vor dem Bewusstsein stehe, und dass erst nach und nach die einzelnen Theile klar hervortreten. Das Denken in Bildern ist nicht die charakteristische Eigenthümlichkeit der Phantasie; wir können auch rein reproductiv in Bildern denken, z. B. wenn die optischen Erinnerungsbilder eines Spaziergangs in der Reihenfolge, wie sie aufgenommen wurden, in unserem Gedächtniss wieder auftauchen.

Ich bin bisher der Anschauung gefolgt, dass eine bestimmte Schwelle des Bewusstseins bestehe, dass die den elementaren Vorstellungen zu Grunde liegenden molecularen Wellen eine bestimmte Höhe erreichen müssten, um ins Bewusstsein zu treten, und beim Absinken sich unter die Schwelle verlierend, als latente Vorstellungen dem Bewusstsein wieder vollständig entschlüpften. Diese Anschauung, so einfach sie die Erscheinungen klar zu legen scheint, bringt doch eine ganze Reihe theoretischer Schwierigkeiten mit sich und ist die Quelle unlösbarer Widersprüche und Räthsel. Ich möchte deshalb ganz kurz der Frage näher treten, ob diese Schwelle des Bewusstseins wirklich eine absolute Grenzlinie zwischen zwei scharf von einander getrennten psychischen Gebieten ist. Da scheint es mir, als ob es recht gut möglich sei, den Unterschied zwischen über und unter der Schwelle befindlichen Vorstellungen nicht als einen qualitativen, sondern als einen rein quantitativen zu betrachten.

Eine jede Vorstellung, die jemals ins Bewusstsein gelangt ist, bleibt, so lange sie nicht überhaupt aus dem Geiste entschwindet, nicht nur im Gedächtniss, sondern im Bewusstsein selbst erhalten; nur die Intensität des Bewusstseins nimmt beim Absinken der molecularen Welle ab, um bei ihrem Ansteigen

wieder stärker zu werden. Der Anschein der Schwelle wird nur dadurch hervorgerufen, dass die sehr stark gespannten und daher sehr intensiv bewussten Vorstellungen das Bewusstsein der übrigen, schwächer gespannten so zu sagen übertönen. Es handelt sich hier also um einen ähnlichen Vorgang, wie bei dem Verschwinden eines leisen Tones während des Fortissimo eines Orchesters, oder bei dem Ausfallen der Empfindung leiser Berührungen während einer schmerzhaften Operation. Dafür sprechen in der That manche Beobachtungen. Einer umgrenzten Vorstellungsreihe, welche die überwiegende Menge der vorhandenen psychischen Energie in sich vereinigt, deren Wellenhöhe eine besonders beträchtliche ist, ist man sich viel intensiver bewusst, als der durch- und nebeneinander auftretenden Vorstellungen, die sich ablösen, während man sich dem Spiele seiner Gedanken hingiebt. Wenn man genau auf sich und sein Denken achtet, kann man das Mitanklingen von in der Tiefe befindlichen Vorstellungsreihen, die nicht zu vollem Bewusstsein kommen und doch den weiteren Verlauf der Gedankenkette wesentlich beeinflussen können, recht gut beobachten.

Giebt man dieser Auffassung Raum, so wird die Schwelle zu einer nur relativen Grenze zwischen den wenigen im vollen Lichte und der grossen Ueberzahl der im Halbdunkel des Bewusstseins befindlichen Vorstellungen. Das Bewusstsein wird aus einem hellen, ringsum vom tiefsten Dunkel umgebenen Brennpunkt zu einem an Helligkeit vom Mittelpunkte aus sehr schnell abnehmenden Zerstreuungskreis, dessen entfernteste lichtschwächste Zone da, wo sie in die absolute Finsterniss übergeht, zugleich auch die Grenze für den geistigen Inhalt überhaupt bildet. Immerhin mag im Folgenden der Ausdruck der Schwelle als bequeme Bezeichnung der relativen Grenze stärkerer Helligkeit beibehalten werden.

Ich habe vorhin bei der Analyse der Elemente unserer geistigen Thätigkeit darauf hingewiesen, dass eine jede Empfindung einen bestimmten Charakter trage, dass der einwirkende Reiz, je nachdem er vortheilhaft oder nachtheilig für die Existenz des Individuums ist, angenehm oder unangenehm empfunden werde. Es fragt sich nun, wie sich diese Qualitäten der Empfindung bei der Bildung zusammengesetzter Wahrnehmungen und bei dem Wiederauftauchen von Erinnerungsbildern verhalten.

Es ist von vornherein klar, dass sich die elementaren Gefühle ähnlich verhalten müssen, wie die elementaren Wahrnehmungen, dass sie sich zu einander addiren und zu einem einheitlichen Gesammtgefühl mit einander verbinden. Da sich die Gefühle nach zwei entgegengesetzten Richtungen hin entwickeln, so hängt das Resultat davon ab, ob in den vorhandenen elementaren Wahrnehmungen die Lust- oder die Unlustgefühle an Zahl und Kraft die Oberhand haben. Es kann daher auch einmal der Fall vorkommen, dass eine Wahrnehmung vollständig ohne Gefühlsbetonung bleibt, indem die vorhandenen entgegengesetzten Gefühle sich gerade aufheben. Eine Annäherung an diesen Zustand muss sogar meistentheils vorhanden sein, und um so mehr, je weiter der Geist eines Individuums sich entwickelt hat.

Die Ursache für diese Erscheinung liegt in Folgendem. Gerade so wie die Wahrnehmungen, so bleiben auch die begleitenden Gefühle im Gedächtniss erhalten. Mit jenen sinken sie unter die Schwelle des Bewusstseins hinab, und kommen mit ihnen wieder zum Vorschein, wenn dieselben als Erinnerungsbilder durch irgend eine Veranlassung wieder im Bewusstsein aufsteigen. Bei dem Wiederauftauchen einer Vorstellung ist auch das Gefühl, welches ihre Entstehung begleitet hatte, wieder vorhanden.

Da die Gefühle aber im Gegensatz zu der unendlichen Verschiedenheit der Vorstellungen nur zwei einander entgegengesetzte Seiten aufweisen, so werden die schwächeren nicht, wie bei jenen, von den stärkeren unterdrückt, sondern sie addiren sich einfach, wie in einer algebraischen Summe die positiven und negativen Grössen, zu einander. Das jeweilige Gesammtgefühl wird jeder Zeit durch die Summe aller Gefühle bestimmt, welche den überhaupt vorhandenen Wellen zukommen. Die Intensität, mit welcher der einem jeden elementaren Gefühle zu Grunde liegende Akt molecularer Thätigkeit zum Gesammtgefühl beiträgt, wird durch die Intensität des Elementargefühls selbst und durch die Spannung der ihm angehörenden molecularen Welle bedingt. Diese Einrichtung muss einen gewissen Gefühlsausgleich bewirken, und zwar mit um so grösserer Wahrscheinlichkeit, je mehr Vorstellungen absolut genommen überhaupt vorhanden sind, und je weniger darunter solche mit abnorm intensiver Gefühlsbetonung sich vorfinden.

Das resultirende Gesammtgefühl ist die Stimmung des Menschen. Sind eine oder einige Vorstellungen intensiven Lustgefühls stark gespannt und daher dicht unter der Schwelle des Bewusstseins, so ist die Stimmung eine freudige: der Eintritt einer Wahrnehmung sehr geringgradigen Lustgefühls genügt, um den physiognomischen Ausdruck der Freude, das Lachen hervorzurufen. Umgekehrt lässt selbst eine mit starkem Lustgefühl einhergehende Wahrnehmung kein freudiges Gefühl aufkommen, wenn die Stimmung durch die unter der Schwelle arbeitenden Wellen eine ungewöhnlich gedrückte ist. Wenn Vorstellungsgruppen entgegengesetzten und intensiven Gefühls mit einander in Folge annähernd gleich starker Spannung um die Herrschaft kämpfen, so kommt es häufig nicht zu einem Ausgleich in der Stimmung, sondern es tritt ein Wettstreit und schneller Wechsel der Gefühle ein; das geschieht um so leichter, mit je weniger Wucht überhaupt und verhältnissmässig die Summe aller übrigen Vorstellungen sich an jenem Kampfe betheiligt.

Offenbar kann dieselbe Vorstellung bei zwei verschiedenen Menschen von einem ganz verschiedenen Gefühle begleitet sein, und zwar nicht nur in ihrer Abhängigkeit von der Summe aller vorhandenen Vorstellungen und ihrer Gefühle, sondern auch an sich aus denjenigen Gefühlen heraus, welche den ganzen dazu gehörigen Vorstellungskreis bei seiner Entstehung begleiteten. Die Vorstellung z. B., sich durch eine Lüge gut aus einer unangenehmen Lage herausgezogen zu haben, kann in dem einen Individuum ein sehr unangenehmes Gesammtgefühl, dasjenige tiefster Beschämung, in dem anderen dagegen ein sehr angenehmes, das Gefühl von Stolz und Freude hervorbringen. Das hängt von der Erziehung, von der Erfahrung des Einzelnen ab. Bei einem Knaben, der bei der ersten Aneignung fremden Eigenthums auf das Verwerfliche einer solchen Handlungsweise aufmerksam gemacht wurde, dabei vielleicht eine tüchtige Tracht Prügel erhielt, wird die Vorstellung eines Diebstahls von vorn herein stets von einem unangenehmen Gefühle begleitet werden, auch dann noch, wenn er die Prügel selbst längst vergessen hat. Ein anderer, welcher, in schlechter Gesellschaft aufgewachsen, für den ersten Diebstahl belobt worden ist, zum mindesten die Frucht desselben in Ruhe geniessen konnte, wird ganz anders dabei empfinden. Die Art und Weise, wie die Gefühle die einzelnen Vorstellungen

eines Menschen begleiten, macht seinen Charakter aus. Kenntnisse und Charakter zusammen, also die Summe aller Vorstellungen mit den dazu gehörigen Gefühlen, sind nichts anderes, als die Persönlichkeit des Menschen.

Ich habe nunmehr auf die Physiologie der einfachen Sinneswahrnehmungen zurückzukommen, um nachzuholen, was vorher, der Einfachheit der Darstellung zu Liebe, ausblieb. Ich sagte, einem jeden Punkte der Netzhaut entspricht ein Punkt der Grosshirnrinde. Nimmt man das Vorhandensein einer angeborenen Vorstellung vom Raume an, und ertheilt man einer jeden einzelnen Rindeneinheit die mit auf die Welt gebrachte Fähigkeit, der Seele einen bestimmten Punkt im Raume zu markiren, so bedarf es keiner weiteren Erklärung, um die gleichzeitige Erregung mehrerer Rindeneinheiten durch ein auf die Netzhaut fallendes Bild als Wahrnehmung einer bestimmten Form im Raume aufzufassen (Nativistische Theorie). Diese Annahme stützt sich also auf zwei gänzlich verschiedenartige Elemente für die Erklärung des Zustandekommens von Vorstellungen; und es scheint mir, dass sie für die weitere theoretische Untersuchung unübersteigliche Schwierigkeiten schafft. Die zweite mögliche Annahme lässt auch die Wahrnehmung der Form erst aus der Erfahrung heraus sich entwickeln (Empiristische Theorie). In diesem Falle bedarf man, um die Wahrnehmung von Formen zu erklären, der Heranziehung eines verwickelteren Vorganges.

Die Art der Empfindung, mit welcher die Rinde auf Lichtreize antwortet, ist für einen jeden Punkt der Netzhaut dieselbe. Wenn wir von der äussersten Randzone der Netzhaut absehen — und auch hier handelt es sich nur um eine Herabsetzung der Empfindlichkeit — bleibt für jeden Punkt derselben für den gleichen Lichtstrahl die Qualität und annähernd auch die Quantität der Lichtempfindung die gleiche: eine jede Rindeneinheit antwortet auf den gleichen peripheren Reiz mit der Empfindung einer Farbe von bestimmter Art und Lichtstärke. Wir würden daher, wären wir auf die ruhende Netzhaut angewiesen, niemals aus der Erfahrung lernen können, zwei verschiedene gleichzeitig auf dieselbe Weise gereizte Netzhautpunkte auseinander zu halten. Es muss noch etwas anderes dazu kommen, was ausserhalb der Netzhaut, bezw. ihres Rindenbezirks liegt, und was uns ermöglicht, die einzelnen gereizten Punkte der Netzhaut von einander unter-

scheiden zu lernen, und damit die Form der gesehenen Gegenstände wahrzunehmen, von ihnen eine räumliche Vorstellung zu gewinnen. Dieses Etwas ist eine Empfindung anderer Art, und zwar die Empfindung der Innervation der den Augapfel bewegenden Muskeln: das sog. Innervationsgefühl, oder, um es mit einem richtigeren Ausdruck zu bezeichnen, die Innervationsempfindung. Diese Empfindung entsteht nicht durch die Bewegung der Augenmuskeln; vielmehr handelt es sich dabei um die Wahrnehmung des Innervationsvorganges in dem, einem bestimmten Muskel oder einer Muskelgruppe zugehörigen Kerne im Höhlengrau. Die Voraussetzung, dass wir das Auge nach einer bestimmten Richtung hin um eine bestimmte Strecke bewegen, ist, dass in den Kernen der Augenmuskeln coordinirte Innervationsvorgänge von bestimmter Dauer und Intensität vor sich gehen. Diese Innervationsvorgänge kommen in dem zugehörigen Rindenfelde als Innervationsempfindungen zum Bewusstsein.

Die Richtigkeit dieser Meynert'schen Auffassung des Muskelsinns wird in neuerer Zeit von mehreren Seiten bestritten (Ziehen, Goldscheider, Ferrier u. a.). Die Innervationsempfindungen seien vielmehr auf eine Association zurückzuführen einerseits der mit Hilfe sensibler Muskelnerven wahrgenommenen, in den sich zusammenziehenden Muskeln selbst entstehenden Empfindungen, andererseits der Druck- und Spannungsempfindungen, die in den Sehnen und in den umgebenden Theilen, insbesondere in der Haut, sowie auch — abgesehen von den Augen — in den Gelenken zu Stande kommen. So setzten sich die Innervationsempfindungen des Auges, die hier zunächst in Betracht kommen, aus den in den Augenmuskeln bei der Zusammenziehung derselben und den in dem umgebenden Inhalte der Augenhöhlen bei den Bewegungen der Augen durch Druck und Zug entstehenden Empfindungen zusammen.

Für die Richtigkeit der Meynert'schen Auffassung scheint mir der Umstand zu sprechen, dass wir uns niemals der Empfindungen aus der Bewegung der einzelnen, sich zusammenziehenden Muskeln bewusst werden (z. B. der mm. biceps, brachialis internus, supinator longus und triceps), die wir sonst, wie alle anderen Einzelempfindungen, aus den von ihnen eingegangenen Associationen müssten isoliren können; sondern dass wir es stets mit der Wahrnehmung einer durch die Zusammenziehung mehrerer

Muskeln bedingten zusammengesetzten Bewegung (im gegebenen Falle der Beugung des Unterarmes) zu thun haben. Das fällt um so mehr auf, als wir gewöhnlich zur Ausführung entgegengesetzter Bewegungen dieselben Muskeln, nur mit verschiedener Innervationsanstrengung nothwendig haben. Denn auch unsere einfachsten Bewegungen setzen sich aus der gleichzeitigen Thätigkeit mehrerer Muskeln zusammen — darunter stets solcher von im Einzelnen entgegengesetzter Wirkung —, die einander theils in ihrer Wirkung unterstützen, theils dieselbe reguliren. Abgesehen von den mimischen Gesichtsmuskeln sind wir gar nicht im Stande, einen einzelnen Muskel für sich zusammenzuziehen, und lernen es auch niemals. Die Coordination der einzelnen Muskeln kommt innerhalb des Höhlengraus zu Stande; denn schon die Bewegungen des neugeborenen Kindes tragen sämmtlich den Typus coordinirter Bewegungen, zu einer Zeit, wo eine brauchbare Verbindung zwischen Hirnrinde und Höhlengrau überhaupt noch nicht besteht; auch alle einfachen, nachweislich durch das Höhlengrau als Centrum bewirkten Reflexe zeigen denselben Charakter. Dementsprechend kommt es niemals zu einer Lähmung oder Contractur eines einzelnen Muskels von einer Erkrankung jenseits des Höhlengraus aus. Aus alledem scheint hervorzugehen, dass die elementaren Bewegungsempfindungen, die in den einzelnen Rindeneinheiten zu Stande kommen, schon Empfindungen coordinirter Bewegungen sind. Die Quelle solcher Empfindungen kann aber nur die Stelle sein, wo die Einzelbewegungen coordinirt werden; und das ist eben das Höhlengrau. Dagegen scheint es mir allerdings unzweifelhaft, dass die von der äussersten Peripherie des Körpers kommenden Empfindungen sich mit den Innervationsempfindungen zu Bewegungswahrnehmungen associiren und dieselben wesentlich unterstützen, wie später näher zu erläutern sein wird.

Sobald das Kind zu sehen beginnt, geht eine bestimmte psychische Entwickelung vor sich. Es besteht für das Auge ein angeborener Reflex, welcher bewirkt, dass jedesmal, wenn irgend eine Stelle der Netzhaut durch einen Lichteindruck stark erregt wird, der Fixirpunkt des Auges nach der Gegend hin gerichtet wird, von welcher der Lichtstrahl einfällt. Diese Einstellung erfolgt durch eine combinirte Bewegung der Augenmuskeln, welche für jede Netzhautstelle, nach der Anzahl der dabei

betheiligten Augenmuskeln und der Extensität der Bewegung eines jeden einzelnen derselben, eine verschiedene und ganz bestimmte ist. Nach jeder stärkeren Reizung einer Netzhautstelle langt daher in Folge derselben eine doppelte Erregung in der Rinde an. Zunächst wird die der Netzhautstelle zugehörige Rindeneinheit in Thätigkeit versetzt. Unmittelbar darauf kommen aus den Augenmuskelkernen und aus der Augenhöhle die durch die entsprechende Bewegung verursachten Innervations- und Druckempfindungen herauf, welche mit einander in der Rinde zu einer Bewegungswahrnehmung associirt werden. Beide Wahrnehmungen, die der Augenbewegung und die der Netzhautreizung, werden mit einander associativ verbunden. Indem der geschilderte Vorgang in der ersten Lebenszeit sich für jede Netzhautstelle unzählige Male wiederholt, wird ein jeder Projectionsvorgang in der Sehsphäre unlöslich mit einer ganz bestimmten Bewegungswahrnehmung vergesellschaftet, welche ihren Sitz in einem Zellencomplex des Rindenterritoriums für die Augenmuskelbewegungen (bezw. für die Empfindungen aus der orbita) hat. Dieses Territorium ist, wie Sie bemerken, kein ausschliesslich motorisches Centrum, sondern in erster Linie ein sensorisches, eben so gut wie die Sehsphäre im engeren Sinne selbst.

Auf diese Weise erhält ein jeder Netzhautpunkt ein Localzeichen, vermittelst dessen wir seine Stelle im Raume, d. h. zunächst sein Verhältniss zu anderen Netzhautpunkten jederzeit zu erkennen vermögen. Es liegt nahe anzunehmen, dass unsere Vorstellung vom Raume nichts anderes ist, als die nach aussen projicirte Bewegung. Bildet sich später auf der Netzhaut ein Gegenstand ab, so werden in der Hirnrinde nicht nur die den gereizten Netzhautpunkten zugehörigen Rindeneinheiten der Sehsphäre erregt, sondern es schwingt für jede einzelne in Thätigkeit gerathende Rindeneinheit das ihr Localzeichen ausmachende Erinnerungsbild der Bewegungswahrnehmung mit. Dadurch werden wir uns des gesehenen Bildes als im Raume befindlich und bestimmten räumlichen Verhältnissen entsprechend bewusst, ohne dass wir es nöthig hätten, die diese räumlichen Verhältnisse abmessenden und hervorbringenden Bewegungen jedesmal von Neuem zu machen.

Ob der Netzhautreflex, welcher den Fixirpunkt auf den einfallenden Lichtstrahl einstellt, gleich dem Corneal- oder Pupillar-

reflex subcorticaler Natur ist, und sein Centrum in der ersten Endstation der Opticusbahn — Pulvinar, äusserer Kniehöcker und oberer Vierhügel — besitzt, oder ob die Uebergangsstelle von der sensiblen auf die motorische Bahn in der Rinde selbst liegt, und die rückläufige Erregung in einer von den Rindeneinheiten der Sehsphäre direct zu den Augenmuskelkernen im Höhlengrau führenden motorischen Bahn absteigt, darüber ist eine sichere Entscheidung gegenwärtig noch nicht zu treffen. Die Beobachtungen an Neugeborenen und an manchen des Grosshirns beraubten Thieren weisen auf die erstere, andere späterhin zu erörternde Thatsachen auf die andere Hypothese hin.

Will man das Vorhandensein eines angeborenen Reflexes auch beim Menschen, gleichgiltig ob dessen Centrum in der Rinde oder unterhalb der Rinde zu suchen sei, nicht anerkennen, so muss man annehmen, dass die zweckentsprechende Bewegung, welche die Stelle des deutlichsten Sehens an den Ort des gereizten Netzhautpunktes bringt, erst erlernt werden muss. Der Streitpunkt ist von besonderem Interesse in Bezug auf das Vorhandensein angeborener conjugirter Bewegungen beider Augen, welches aus der bisher erläuterten Annahme mit Nothwendigkeit folgt. Anderen Falles kann man sich die Art der Entwickelung folgendermassen vorstellen. Ein jeder Reiz löst beim Neugeborenen eine ganze Reihe von Bewegungen des zunächst betroffenen Organs, also hier des Auges, bei grösserer Intensität sogar des ganzen Körpers aus, welche den Charakter des Unzweckmässigen tragen und nicht darauf hinzielen, eine der Art des Reizes angepasste Angriffs- oder Abwehrbewegung zu formen. Auf die starke Erregung einer Netzhautstelle folgen, sobald die Verbindung mit der Rinde brauchbar ist, eine Reihe von Augenbewegungen, welche, falls der Reiz anhält, erst dann zur Ruhe kommen, wenn zufällig die Stelle des deutlichsten Sehens den früheren Ort der gereizten Stelle eingenommen hat. In diesem Augenblicke findet ein bestimmter Contractionszustand der Augenmuskeln statt, und zwar bei gleicher Lage des Auges jedes Mal der gleiche, auf welchem Wege immer der gelbe Fleck in seine neue Lage gekommen ist. Wird dieselbe Stelle der Netzhaut immer von Neuem erregt, so geschieht die Einstellung des Fixirpunktes immer besser, mit immer weniger unzweckmässigen Augenbewegungen, bis zuletzt, in Folge der fortdauernden Uebung,

die Einstellung eine vollkommene und augenblickliche wird. Die Erlernung der Einstellung beruht, wie eine jede Einübung von Bewegungen, auf der Bildung und Festigung der entsprechenden Associationen im Rindenfelde der Augenmuskeln und zwischen diesem und der Sehsphäre. Damit ist derselbe Standpunkt erreicht, zu dem wir vorhin bei der Annahme eines angeborenen Reflexes gelangt waren. Die Differenz zwischen beiden Anschauungen liegt wesentlich darin, dass bei Annahme des Reflexes die Aneignung desselben in die Entwickelungsreihe der Gattung zurückgeschoben wird. Zu irgend einer Zeit muss derselbe ja erworben sein. Immerhin muss bei der einen Annahme die gleichartige Erwerbung jener Fähigkeit in sämmtlichen Generationen zum mindesten eine wesentliche Erleichterung der Erlernung für das Individuum mit sich gebracht haben. Im anderen Falle lässt die nothwendige Voraussetzung, dass der Reflex zu irgend einer Zeit in der Thierreihe sich festgesetzt haben muss, die Möglichkeit einer Variabilität desselben bei verschieden gebauten Augen und Augenhöhlen, sowie bei verschiedener Stärke der einzelnen Augenmuskeln an verschiedenen Individuen verstehen. Die Thatsache, dass neugeborene Kinder häufig, aber durchaus nicht immer, unconjugirte Bewegungen beider Augen machen, beweist nichts gegen die Annahme eines angeborenen Reflexes, sondern erklärt sich ungezwungen aus der noch nicht fertigen Entwickelung des den Reflex tragenden coordinirenden Apparates.

Für die allereinfachste optische Wahrnehmung, für die Entstehung eines elementaren optischen Erinnerungsbildes ist nach dem bisher Gesagten die associative Verbindung von Elementen zweier von einander verschiedener Rindenfelder nöthig, des optisch-sensorischen Feldes, d. i. der Sehsphäre, und des optisch-motorischen Feldes, d. i. des Rindenterritoriums für die Augenmuskelbewegungen (bezw. für die aus der Augenhöhle stammenden Empfindungen). Beide Felder sind zunächst der Sitz von Empfindungen. Die eine Empfindung ist aber eine rein passive, die einfache Wahrnehmung eines von aussen eindringenden Reizes, ganz abgesehen von irgend welcher Thätigkeit des afficirten Wesens selbst. Die andere Empfindung könnte man im Gegensatz dazu eine active nennen; sie ist die Wahrnehmung der Reaction des afficirten Wesens auf den von aussen her gekommenen Reiz. Beide zusammen, Empfindung des Reizes und Empfindung

der Reaction, geben erst in ihrer Association die eigentliche elementare Wahrnehmung.

Gerade so wie mit dem Gesichtssinn und den durch ihn gewonnenen Gesichtswahrnehmungen und optischen Erinnerungsbildern verhält es sich auch mit dem Tastsinn, nur dass hier eine noch grössere Mannigfaltigkeit der sich vereinigenden Empfindungen statt hat. Von der Haut erhalten wir Druck- und Berührungsempfindungen, die noch die besondere Qualität der Kälte oder Wärme besitzen können. Diese Empfindungen sind von vorn herein eben so wenig räumlich unterschieden, als die Empfindungen der Netzhaut. Wir müssen die Localisation der berührten Hautstellen erst mühsam erlernen, dadurch, dass wir denselben Druck, den der tastende Finger ausübt, bei verschiedener Stellung der Glieder an verschiedenen Stellen empfinden. So erhält auch jede Hautstelle ihr Localzeichen, welches aus Innervationsempfindungen sich zusammensetzt, die zwar nicht so fein abgestuft sind, wie diejenigen der Netzhaut, dafür aber, in Folge der Bewegungen der Glieder gegen einander und der Verschiedenheit der dabei in Betracht kommenden Muskelgruppen, noch complicirter. Die Summe der gesammten Localzeichen unserer Körperoberfläche, die continuirlich in einander übergehen und mit einander vielfach associirt sind, bildet die Vorstellung, die wir von unserer Körperform besitzen. Diese Vorstellung ist ihrer Entstehung gemäss für die leicht beweglichen und betastbaren Theile eine sehr genaue; sie ist um so ungenauer, je weniger beweglich ein Theil für sich, je schwerer zugänglich er den tastenden Händen ist. So ist die Vorstellung, die wir von der Form unseres Rückens und der Lage der einzelnen Punkte desselben zu einander haben, gemeiniglich eine sehr unvollkommene — wozu freilich auch die Unmöglichkeit, ihn mit den Augen wahrzunehmen, etwas beitragen dürfte.

Aus der Association derjenigen Empfindungen, die von der Haut ausgehen, und ihrer Localzeichen, mit denjenigen, welche aus der Stellung der Gelenkenden der Knochen in den Gelenken in Folge des bei verschiedenen Stellungen wechselnden Drucks, sowie aus der Spannung der Haut, der Muskeln und der Sehnen ihren Ursprung nehmen, erhalten wir die Vorstellungen über die jeweilige Lage, in der sich unsere Glieder befinden, die sogenannten Lagevorstellungen. Indem wir die Glieder activ be-

wegen, setzen sich die dabei wechselnden Lagevorstellungen mit den Innervationsempfindungen der bewegten Muskeln zusammen; diese Association erzeugt eine neue Art von Vorstellungen: die Bewegungsvorstellungen unserer Glieder. Bewegen wir unsere Gliedmassen nicht in der freien widerstandslosen Luft, sondern lassen wir die empfindende Oberfläche derselben, insbesondere die Fläche der Fingerspitzen über einen Gegenstand hinweggleiten, so vereinigen sich die bei der Bewegung wechselnden Lagevorstellungen, die Innervationsempfindungen aus den Kernen der bewegten Muskelgruppen und die durch die Berührung hervorgebrachten wechselnden Oberflächenempfindungen der Haut zu der höchsten Art von Vorstellungen, die wir von der Haut aus erhalten: den Tastvorstellungen. Die Tastvorstellung ist eine echte Sinnesvorstellung, die vollkommen der Gesichtsvorstellung entspricht. Wesentlich ist auch bei ihr die Vergesellschaftung von Oberflächenempfindungen mit Innervationsempfindungen. Die Oberflächenempfindungen sind gewissermassen die Markirstangen, an denen die Innervationsempfindungen die Entfernungen abmessen, um sie an der richtigen Stelle in die Karte der Grosshirnrinde und damit in die Raumvorstellung einzutragen.

Durch die gegenseitige Unterstützung, das Ineinanderarbeiten von Auge und Hand wird die schnelle Orientirung und die Auffassung der räumlichen Verhältnisse des eigenen Körpers sowohl, wie der Aussenwelt wesentlich erleichtert. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Auffassung der dritten Dimension durch das Zusammenwirken beider Augen, also das stereoskopische Sehen durch die Unterstützung des Tastsinns wesentlich gefördert, wenn nicht allererst ermöglicht wird.

Ich sagte vorhin, dass uns ein gesehener Gegenstand dann bekannt erscheint, wenn das Bild desselben auf Netzhautpunkte fällt, die schon einmal gleichzeitig erregt worden waren, und wenn in Folge dessen in der Hirnrinde Elemente in Thätigkeit treten, welche mit einander durch bereits ausgeschliffene Associationsbahnen verbunden sind. Es bleibt aber zu erklären, wie es kommt, dass wir Gegenstände verschiedener Grösse als gleichartig auffassen, wenn sie einander mathematisch ähnlich sind und ihre Orientirung zum Auge die gleiche ist, oder, was dasselbe ist, dass wir einen und denselben Gegenstand in den verschiedensten Entfernungen vom Auge als den gleichen erkennen, ob-

wohl sein Bild auf der Netzhaut dabei die allerverschiedensten Grössen haben kann und daher identische Punkte des Bildes nothwendig auf die verschiedensten Netzhautpunkte fallen müssen. Wir haben gesehen, dass die erregten Netzhautpunkte selbst bezw. die ihnen zugeordneten Rindeneinheiten für die räumliche Auffassung eines gesehenen Gegenstandes nicht in Betracht kommen, sondern dass hierfür die den einzelnen Netzhautpunkten angehörigen Localzeichen wesentlich sind. Die Localzeichen sind aber, wie vorher auseinandergesetzt wurde, die Wahrnehmungen der Bewegung von Muskelgruppen, die zu einer bestimmten Bewegung, das heisst einer Bewegung bestimmter Richtung coordinirt sind. Die Coordination der Muskeln zu Bewegungen bestimmter Richtung geschieht im Höhlengrau mit Hilfe von Associationsfasern, welche die Kerne der einzelnen Muskeln mit einander verbinden. Für die Augenmuskeln ist eine Bewegung bestimmter Richtung eine solche, bei welcher der Fixirpunkt des Auges von der Primärstellung aus in einem bestimmten Halbmeridiane oder Radius des Gesichtsfeldes läuft. Für Bewegungen in verschiedenen Halbmeridianen treten die Augenmuskeln in verschiedenen Verhältnissen ihrer Innervationsanstrengung zusammen. Bleibt die Bewegung des Auges in demselben Meridian, so ändert sich bei wachsendem Ausschlage des vorderen Augenpols zwar die absolute Grösse der Innervation eines jeden einzelnen Muskels, das Verhältniss der Grösse dieser Innervationen zu einander bleibt aber, soweit es sich nicht um übermässige Bewegungen handelt, das gleiche. Denken wir uns die Augenmuskeln im Höhlengrau für eine bestimmte Bewegung durch einen bestimmten Coordinationsvorgang zusammengefasst, so bedarf es für einen weiteren Ausschlag in derselben Richtung keiner Aenderung, sondern nur einer Verstärkung des Innervationsvorgangs. Nun haben wir angenommen, dass einer bestimmten Coordination der Augenmuskeln eine elementare Empfindung in der Rinde entspricht. Es wird daher bei einer ausgiebigeren Bewegung des Auges in demselben Meridian dieselbe Rindeneinheit, nur in stärkerem Masse, erregt werden, wie bei einer geringfügigen Bewegung. Punkte, die auf demselben Netzhauthalbmeridian liegen, haben deshalb das gleiche Localzeichen; nur ist die Wahrnehmung der grösseren Bewegung im Meridian mit einer stärkeren molecularen Thätigkeit der Rindeneinheit verbunden.

Diese Anordnung dürfte der Grund dafür sein, dass wir viel besser im Stande sind, Abweichungen in der Richtung zweier Linien abzuschätzen, als Unterschiede der absoluten Grösse, dass wir andererseits Grössenunterschiede viel sicherer herausfinden bei der Abtastung von Linien gleicher Richtung, als solcher von verschiedener Richtung. Denn wir werden uns der Differenz verschiedener Rindeneinheiten natürlich leichter bewusst, als der Verschiedenheit der absoluten Höhe der Thätigkeit in einer und derselben, während uns andererseits diese letztere Verschiedenheit innerhalb einer einzigen Rindeneinheit unmittelbarer berührt, als wenn wir die verschiedene Höhe der Thätigkeit mehrerer Rindeneinheiten gegen einander abschätzen sollen.

Betrachten wir nunmehr ein Dreieck (Fig. 65 A B C), bei dem wir uns auf seine drei Eckpunkte als seine wesentlichen Bestandtheile beschränken, indem wir dabei den einen Eckpunkt (A) fixiren. Es werden dabei in der Rinde die den Localzeichen der beiden Halbmeridiane A B und A C entsprechenden Rindeneinheiten erregt werden. Ausserdem wird aber das räumliche Verhältniss der beiden Eckpunkte B und C zu einander aufgefasst. Bei der Augenbewegung, welche dazu dienen würde, den Fixirpunkt des Auges von B nach C zu führen, würden dieselben Muskeln in denselben Verhältnissen ihrer Innervationshöhen thätig sein müssen, wie wenn das Auge von A aus die zu B C parallele Linie A D abtasten würde. Es wird also in der Rinde auch die dem Meridian A D zukommende Rindeneinheit mit in Thätigkeit gesetzt. Nehmen wir statt des Dreiecks A B C das doppelt so grosse A B' C', so werden gemäss den vorher gegebenen Auseinandersetzungen wiederum dieselben drei Rindeneinheiten erregt, wie bei dem kleineren Dreieck, nur jede Rindeneinheit in stärkerem Grade. Durch die Association dieser drei Rindeneinheiten ist aber die Gestalt und Orientirung des Dreiecks, ganz unabhängig von der absoluten Grösse seines Bildes auf der Netzhaut, eindeutig bestimmt. In dem Dreiecke A B E, in welchem nur, gegenüber dem ursprünglichen Dreieck A B C, A C um etwas vergrössert ist, ohne Vergrösserung der anderen Theilstücke, würde neben den zwei gleichbleibenden Rindeneinheiten der Radien A B und A C eine andere, die dem B E parallelen Meridiane entspräche, in Thätigkeit treten. Eine leichte Drehung des ganzen Dreiecks

A B C um seine Axe würde drei von den bisherigen verschiedene Rindeneinheiten in Erregung setzen.

Es dürfte sich empfehlen anzunehmen, dass ein Innervationsvorgang bestimmter Art im Höhlengrau nicht eine einzige Rindeneinheit des optisch-motorischen Feldes für sich allein erregt bei vollständiger Unthätigkeit aller übrigen, sondern dass die ganze Gruppe von Einheiten erregt wird, die benachbarten Netzhauthalbmeridianen entsprechen, deren Innervationsvorgänge daher allmählich in einander übergehen, und dass diese Erregung in der der Bewegung in dem afficirten Meridian zugehörigen Rindeneinheit ihren Gipfel besitzt und von hier aus nach den Seiten allmählich abklingt. Eine solche Einrichtung erklärt den continuirlichen Uebergang der Richtungen des Gesichtsfeldes in einander, und die Verwandtschaft, die Figuren zeigen, welche nur wenig um ihren Mittelpunkt gegen einander verdreht sind und die daher in nahe benachbarten Meridianen stehen. Die durch Uebung zu erreichende Isolirung der Erregung auf immer weniger Rindeneinheiten erklärt die Möglichkeit einer schärfer werdenden Differenzirung von Linien nur geringer Abweichung in der Richtung. Je stärker die Verdrehung wird, um so mehr geht die durch das Mitanklingen der benachbarten Rindeneinheiten bedingte Verwandtschaft der Form verloren. Daher kommt es, dass wir umgekehrte Photographien nicht zu erkennen, auf den Kopf gestellte Schrift nicht ohne Weiteres zu lesen vermögen.

Zwischen dem optisch-motorischen Felde, dem Territorium für die Wahrnehmung der Innervationsverhältnisse der Augenmuskeln, und den analogen motorischen Feldern aller übrigen beweglichen Theile bildet sich schon in frühester Jugend ein functioneller Zusammenhang, eine Gruppirung von Associationen heraus, die ich als den Complex der einfachen Bewegungsvorstellungen bezeichnen möchte. Es werden nämlich die Vorstellungen von Bewegungen gleicher Richtung aus allen beweglichen Körpertheilen auf das Engste mit einander associirt. Dieser Complex fasst die von den einzelnen Gliedern ausgehenden Raumvorstellungen einheitlich zusammen. Es liegt auf der Hand, dass beim normalen Menschen in diesem Complex dem optischen Apparate die führende Rolle zukommt. Insbesondere für eine bestimmte Art räumlicher Vorstellungen, die Buchstaben, ist bei den meisten Menschen das optisch-motorische Feld der eigentliche Sitz.

Diese Einrichtung bewirkt, dass wir eine jede zusammengesetzte Bewegung, die an irgend einem unserer Glieder vorgenommen wird, oder die wir selbst vornehmen, oder vorgenommen denken, mit jedem beliebigen anderen Gliede, auch bei geschlossenen Augen, sofort ohne weitere Einübung, wenn auch ungeschickt, nachahmen können. So können wir, wie Wernicke bemerkt, mit der linken Hand, ja mit dem Knie, oder mit der Fussspitze im Sande schreiben. Ich füge hinzu, dass wir meist auch beim gewöhnlichen Schreiben mit der rechten Hand nichts anderes thun, als dass wir mit Hilfe jenes Vorstellungscomplexes das im optisch-motorischen Felde vorgestellte Schriftzeichen nachzeichnen.

Ein ähnlicher, aber in seinem Wesen nicht so durchsichtiger Vorgang spielt beim Gehörssinn mit, bei dem es sich nicht um das räumliche Nebeneinander, sondern um das zeitliche Nacheinander elementarer Empfindungen handelt, die innerhalb gewisser, ziemlich enger zeitlicher Grenzen zu einer einheitlichen Wahrnehmung verbunden werden, ohne dass dabei das Bewusstsein der zeitlichen Aufeinanderfolge verloren ginge. Wie bei den Gesichtswahrnehmungen hat man auch hier zwei von einander verschiedene Dinge zu unterscheiden. Wir nehmen Töne wahr, die qualitativ und quantitativ von einander unterschieden sind, d. h. verschiedene Höhe und Stärke haben. Ausserdem nehmen wir bei mehreren gleichzeitig oder unmittelbar nach einander unser Ohr berührenden Tönen das Verhältniss wahr, in welchem sie zu einander stehen, ein Verhältniss, welches sich, wie Sie wissen, auf Grund der Schwingungszahl der elementaren Tonwellen in Zahlen ausdrücken lässt. Gleichzeitig erklingende Töne werden nur dann zu einer einheitlichen Wahrnehmung verschmolzen, wenn ihre Schwingungszahlen in bestimmten einfachen Verhältnissen zu einander stehen. In diesem Falle kommt es zur Wahrnehmung einer besonderen Klangfarbe. Die Klangfarbe ist ganz unabhängig von der absoluten Höhe der Töne, sie hängt in ihrer Eigenart von dem Zahlenverhältniss ab, in welchem diese zu einander stehen. Ihre Wahrnehmung, insbesondere bei den einzelnen musikalischen Instrumenten wird allerdings durch gewisse, für alle Töne gleichbleibende zischende, schwirrende Nebengeräusche gefördert.

Bei auf einander folgenden Tönen handelt es sich um die

Wahrnehmung einer Melodie, im einfachsten Falle des Verhältnisses, welches zwischen zwei auf einander folgenden Tönen besteht. Wenn wir eine Melodie hören, bleiben uns nicht die Töne selber im Gedächtniss; nicht indem wir die gleichen Töne wieder hören, erkennen wir die schon einmal gehörte Melodie als etwas Bekanntes wieder. Dasjenige was wir auffassen, ist auch hier das Verhältniss der Töne zu einander, das Verhältniss ihrer Schwingungszahlen. Wir erkennen eine Melodie ohne Weiteres in einer ganz anderen Tonart wieder, als diejenige ist, in welcher wir sie das erste Mal gehört haben. Ganz im Gegensatze dazu ist es ungemein schwierig und bedarf vieler Mühe und Einübung, die absolute Höhe eines Tones im Gedächtniss zu behalten. Auch der beste Musiker bedient sich der Stimmgabel. Was für die Melodien gilt, gilt in gleicher Weise für die Klangbilder der gehörten Worte. Mag auch hier wie bei der Klangfarbe das Auftreten von bei den Sprachorganen aller Menschen gleichbleibenden Nebengeräuschen, die den einzelnen Consonanten charakterisiren helfen, mitwirken: wesentlich scheinen mir doch die Verhältnisse der auf einander folgenden Bestandtheile des Wortes zu einander zu sein. Diese Verhältnisse bleiben dieselben, ganz gleichgiltig, ob das Wort im tiefsten Bass oder im höchsten Discant, laut oder mit Flüsterstimme gesprochen wird.

Welcher Art der Vorgang in der Hirnrinde ist, mittelst dessen wir die Verhältnisse der Töne zu einander wahrnehmen, wissen wir nicht. Man kann nur vermuthen, dass es sich hier, wie bei den Gesichtswahrnehmungen, um die Empfindung eines activen Vorganges handelt, um die Auffassung der Reaction, mit welcher ein subcorticales Organ das Eindringen verschiedener auf einander folgender Töne beantwortet. Es dürfte eine Art von Einstellung nöthig sein, um die Wahrnehmung des Verhältnisses zweier auf einander folgender Töne zu ermöglichen. Ich will mich weiter gehender Analogien zwischen optischen und akustischen Wahrnehmungen, die sich aufdrängen und leicht verfolgen liessen, enthalten. Nur das sei erwähnt, dass man für die Empfindung der Töne einerseits und ihrer Verhältnisse andererseits je ein besonderes Rindenfeld anzunehmen wohl berechtigt ist.

Dagegen habe ich eine andere Auffassung kurz zu erwähnen, die dahin geht, als das motorische Feld für den Gehörssinn die Region für die active Erzeugung von Gehörseindrücken anzusehen.

Die Melodie, das gehörte Wort würden erst dadurch als etwas von der absoluten Höhe der sie zusammensetzenden Tonschwingungen Unabhängiges kennen gelernt, dass man sie activ nachahme, singe oder spräche. Mir scheint, dass hier Dinge deshalb als einheitlich aufgefasst werden, weil sie gewöhnlich und bei den meisten Menschen zusammen vorkommen. Ich bin der Meinung, dass Ohr und Zunge nur in einem ähnlichen Verhältniss zu einander stehen, wie auf dem Vergleichsgebiete Auge und Hand. Gewiss unterstützen sie sich gegenseitig auf's Nachhaltigste; das Nachsprechen des Wortes, das Nachsingen der Melodie ist zweifellos das beste Mittel, jene im akustischen Gedächtniss zu behalten, schon deshalb, weil der ursprüngliche Eindruck dadurch wiederholt und bei anfänglich unvollkommenen Nachahmungsversuchen Falsches und Richtiges verglichen wird. Aber an sich hat das Auffassen des Verhältnisses zweier Töne zu einander mit der Nachahmung dieser oder in demselben Verhältniss zu einander stehender Töne gar nichts zu thun. Es erscheint mir zweifellos, dass jemand, dem die Ausdrucksmöglichkeit aus inneren Gründen fehlt, jenes Verhältniss eben so scharf auffassen kann, wie ein Normaler. Man denke nur an einen Hund, der die gehörten Worte, welche ihn zu bestimmten Handlungen veranlassen, sicher nicht innerlich nachahmt, um sie zu verstehen. Dazu kommt noch, dass uns für die Nachahmung von Melodieen zwei Muskelgebiete zur Verfügung stehen, das des Kehlkopfes und das der Lippen. Beiläufig sei erwähnt, dass wenn wir eine Form nachahmen wollen, wir dies ohne Anstrengung mit allen möglichen Muskelgebieten zu thun im Stande sind, mit welchen wir der Form entsprechende Ortsbewegungen der bewegten Theile überhaupt vornehmen können, mit Ausnahme desjenigen Gebietes, von dem man es zu allererst erwarten sollte, nämlich der Augen. Mit den Augen eine Form derart nachzuahmen, dass wir die Empfindung der entsprechenden Ortsbewegung haben, macht die grössten Schwierigkeiten. Auf die Ursachen dieser Eigenthümlichkeit einzugehen, ist hier nicht der Ort (vergl. Helmholtz l. c.). Andere gegen die erwähnte Annahme sprechende Thatsachen werden sich bei der pathologischen Betrachtung der Aphasie ergeben.

Wir haben bisher nur die Erregung der Hirnrinde durch zuleitende Fasern und die Verknüpfung der gleichzeitig oder

kurz nach einander erregten Rindeneinheiten durch das Ausschleifen von Associationsbahnen in Betracht gezogen. Es erübrigt noch, nach der Thätigkeit der ableitenden Fasern der Rindeneinheiten zu fragen, die Einwirkung der Hirnrinde auf die Peripherie des Körpers und damit auf die Aussenwelt: die motorische Seite unserer Rindenthätigkeit ganz allgemein verstanden in Untersuchung zu ziehen. Diese Untersuchung hat offenbar deshalb eine ganz besondere Wichtigkeit, weil die Aeusserungen anderer lebender Wesen uns die einzige Möglichkeit in die Hand geben, auf ihr geistiges Leben, auf die empfindende und associirende Thätigkeit ihres Gehirns zu schliessen.

Zur Beantwortung der Frage, auf welche Weise wir dazu gelangen, von der Hirnrinde aus Bewegungen auszulösen, die den Charakter der Willkür an sich tragen, ist Meynert von dem einfachen Reflexvorgang ausgegangen. Sie haben gesehen, dass zuleitende und ableitende Bahnen an zwei Stellen zu einander in Beziehungen treten können, im Höhlengrau und innerhalb der Hirnrinde. Die Verknüpfung im Höhlengrau bewirkt das Erscheinen des als angeboren oder präformirt anzusehenden Reflexes. Jedesmal, nachdem in der sensiblen Bahn 4'' (Fig. 5) ein von der Peripherie stammender Reiz zum Höhlengrau aufgestiegen ist, läuft, durch die Associationsbahn 11 ausgelöst, aus dem aufgespeicherte Kraft enthaltenden Zellcomplex v eine Erregung auf der Bahn 1' abwärts zum Muskel und veranlasst diesen zur Zusammenziehung — vorausgesetzt, dass nicht aus irgend einem Grunde im Höhlengrau eine Hemmung eingewirkt hat. Von dem Reflexvorgange gelangt, wie Sie wissen, eine doppelte Nachricht nach der Hirnrinde: in s wird durch die Bahn 4'—4 hindurch die Reizung der getroffenen Hautstelle empfunden; unmittelbar darauf kommt in m die in v bewirkte Innervation der Muskulatur auf dem Wege 6'—6 zur Empfindung. Beide Empfindungen werden zu einer elementaren Wahrnehmung associirt, es wird zwischen s und m die Associationsbahn 14 ausgeschliffen. Der elementaren Wahrnehmung sm kommt ein bestimmtes Gefühl der Lust oder der Unlust zu, welches mit dem Abfallen der in der Faser 14 stehenden molecularen Welle ebenfalls absinkt, bei dem auf irgend eine Weise hervorgerufenen Wiederansteigen derselben sich von Neuem im Bewusstsein bemerklich macht. Von m geht die centrifugale Bahn 1 aus, welche in das Höhlengrau zu den

Kernen der Muskulatur genau an die gleiche Stelle gelangt, von der die Bahn für die Innervationsempfindung 6'—6 ihren Ursprung nahm, und wohin auch die Bahn 11 für die Uebertragung des Reflexes im Höhlengrau gelangte. Es ist offenbar, dass die gleiche Muskelwirkung in v sowohl von h auf der Bahn 11, als von m auf der Bahn 1 ausgelöst werden kann. Wird späterhin s, sei es von der Peripherie aus, sei es auf dem Wege der Association, erregt, so tritt die Bahn 14 in Thätigkeit und lässt durch Erregung von m auf dem Wege 1—1' die dazu gehörige Bewegung entstehen. Wie ich schon früher hervorgehoben habe, erscheint subjectiv das die Thätigkeit von 14 begleitende Lust- oder Unlustgefühl als das treibende Motiv, als Ursache der in der Bewegung bestehenden Handlung.

Soll die von m aus bewirkte Bewegung mehr als eine Wiederholung des Reflexes im Höhlengrau sein, so darf s nicht von h her, sondern muss auf dem Wege der Association von einer anderen Rindenstelle, etwa von O, aus auf der Bahn 18 erregt werden. Ich citire als Illustration ein von Meynert gewähltes Beispiel: „Eine Flamme beleidige die Hand eines Kindes und dasselbe ziehe die Hand aus der Flamme zurück. Dieser Vorgang wird ohne Impuls des Bewusstseins durch ein Centrum des grauen Rückenmarkskerns bewirkt, in welchem die centripetale Leitung (4'' Fig. 5) von der versengten Stelle durch Nervenzellen in eine centrifugale Bahn (1') übergeht, welche die Hand aus dem Bereiche der Flamme zieht . . . Hierbei werden der Rinde durch die Projectionssysteme folgende Erregungen zuwachsen: Erstens das Flammenbild der Kerze durch das Auge in der Bahn 16'—16; zweitens das Empfindungsbild, von der beleidigten Hautstelle ausgehend, in der Bahn 4''—4'—4 . . . ; drittens das aus der reflectorisch ausgelösten Bewegungsform stammende Innervationsgefühl (6'—6). Das Innervationsgefühl wirkt durch die . . . centrifugalleitende Bahn (1) auf den Ursprungsherd derselben vorderen Wurzeln, welche, reflectorisch angesprochen, den Arm vor der Flamme sicherten. Es ist somit dieser Ursprungsherd der vorderen Wurzeln erstens dem Impulse der primären Bewegungen durch die Bahn hinterer Rückenmarkswurzeln und zweitens dem von der Hirnrinde ausgehenden secundären Bewegungsimpuls unterworfen. Indem das Centrum m mit den Centren s und O durch die Associationsbündel 14

und 18, und letztere unter sich durch das Associationsbündel 17 verknüpft sind, bedarf es keineswegs mehr einer wirklichen Versengung der Hand, sondern das Erinnerungsbild der Flamme und das Wiedererkennen ihrer Wirkung durch die Association mit dem Herde, in welchem die schmerzhaften Empfindungen als Erinnerungsbilder verblieben, wird von der einen und der anderen Association aus zu einer, der Flamme ausweichenden Bewegungsform des Armes künftighin führen" (Meynert, l. c. pag. 148).

In der Wirklichkeit liegen die Verhältnisse in der grossen Mehrzahl der Fälle viel verwickelter. Man muss zwei Arten von der Rinde her ausgelöster Bewegungen unterscheiden. Durch Sinneseindrücke können mittelst der mit der Abwickelung einer Vorstellungskette beschäftigten Hirnrinde Bewegungen ausgelöst werden, ohne dass eine Störung der vorhandenen geistigen Fähigkeit zu Stande kommt, also ohne dass eine Addition der durch den Sinneseindruck erregten molecularen Wellen und der in der ablaufenden Vorstellungsreihe schwingenden eintritt. Dabei kommt weder die eindringende Sinnesempfindung, noch die geschehene Bewegung zu hellem Bewusstsein. Setzt sich z. B. eine Fliege auf die Hand eines in tiefes Nachdenken Versunkenen, dessen psychische Energie zum grössten Theil für eine einzelne intensiv arbeitende Gedankenkette in Anspruch genommen wird, und dem daher jede Aufmerksamkeit auf Sinneseindrücke fehlt, so kommt es entweder zu gar keiner Bewegung, oder es tritt eine dem Reize entsprechende Abwehrbewegung ein. Es handelt sich um eine sehr einfache Reaction der Hirnrinde, die ganz den Charakter eines Reflexes trägt, sodass man sich zu der Annahme verleiten lassen könnte, dass es sich in der That um einen subcorticalen Reflex handle. Bei der starken Concentration der psychischen Energie auf eine verhältnissmässig kleine Wellengruppe erlangen die dabei nicht betheiligten Associationen in der Rinde eine gewisse Selbständigkeit, ähnlich der Selbständigkeit der Reflexcentren des Rückenmarks nach Abtrennung desselben vom Gehirn. In dem angegebenen Beispiel verläuft neben der Hauptwellengruppe und ohne sie zu stören eine zweite niedrigere Wellengruppe, welche die motorischen Centren in Thätigkeit setzt, ohne sich ins Bewusstsein zu drängen. Hier liegt beiläufig die Erklärung für gewisse Erscheinungen an Hypnotisirten.

Aehnliche Vorgänge treten ein, wenn es sich nicht um einen derartigen einfachen Reflex, sondern um eine besonders gut eingeübte Reihenfolge von Bewegungen handelt. Es gewinnt dann unter den angegebenen Verhältnissen die ganze Kette von Bewegungsvorstellungen eine Selbständigkeit gegenüber dem Hauptvorgang des Vorstellungsablaufs, welche sie, wenn sie einmal in Gang gesetzt worden ist, bis zu Ende ablaufen lässt. Hierher gehört das Gehen auf der Strasse, welches, einmal eingeleitet, sich ohne das Nachdenken zu stören oder von ihm gestört zu werden, weiter fortsetzt. Allerdings spielt hierbei insofern vielleicht ein einfacher Rindenreflex mit, als durch das Vornüberfallen des in der Vorwärtsbewegung begriffenen Körpers die Empfindung des in bestimmter Weise gestörten Gleichgewichts zum Gehirn gelangt und hier immer von Neuem die Vorwärtsbewegung des zurückgebliebenen Beins auslöst. Dagegen zeigt sich das unbewusste Weiterablaufen einer Kette von Bewegungsvorstellungen gleichzeitig neben dem bewussten Vorgange einer reinen Vorstellungskette deutlich bei dem Weiterspielen eines gut eingeübten Clavierstückes oder beim Stricken. Allerdings wird auch hier ein wenn auch kleiner Bruchtheil psychischer Energie für die Nebenkette verwendet. Bei allzu starker Concentrirung der Energie auf die Hauptkette hört die Bewegung auf, so das Gehen bei einer besonders schwierigen Stelle im Gedankenablauf, oder das Stricken an einem interessanten Abschnitt des dabei gelesenen Buches.

Im scharfen Gegensatze zu all' diesen Bewegungen stehen diejenigen, welche als bewusstes und „gewolltes" Resultat des gesammten psychischen Processes in die Erscheinung treten. Die über der Bewusstseinsschwelle befindlichen molecularen Wellen können, gleichgiltig ob sie Sinneswahrnehmungen oder reine Vorstellungen zusammensetzen, im Laufe des Denkens jederzeit auch Bewegungsvorstellungen über die Schwelle ziehen. Ob die bei einer Bewegungsvorstellung betheiligten Rindeneinheiten genügend intensiv erregt werden, dass der in die ableitenden Fasern einstrahlende Reiz ausreicht, um mittelst des Höhlengraus die entsprechende Bewegung auszulösen, hängt einerseits von der Art und Intensität der die hochgespannten Wellen begleitenden Gefühlssumme, andererseits von dem Antheil psychischer Energie ab, der gerade auf die die Bewegungsvorstellung zusammensetzenden molecularen Wellen übergeht.

Wir wollen zunächst annehmen, die ganze vorhandene Summe psychischer Energie sei auf eine einzige moleculare Welle concentrirt, dann würde sofort die entsprechende durch das der elementaren Vorstellung angehörende Gefühl als Motiv bedingte Bewegung eintreten. Das Gleiche würde der Fall sein, wenn statt einer Rindeneinheit eine ganze Reihe solcher in Thätigkeit treten würden, welche in ihrer Verbindung einer Bewegungsvorstellung entsprächen, und deren nach aussen als Bewegungen sichtbar werdende Wirkungen sich zu einer zweckmässigen Handlung vereinigten; ebenso wenn der Vorrath psychischer Energie sich auf eine Anzahl molecularer Wellen vertheilte, die alle nach derselben Richtung hin zusammenwirkten, deren Gefühle sich zu einander addirten, und die somit gemeinschaftlich die in Frage kommenden Rindeneinheiten nebst ihren ableitenden Fasern innervirten. Trifft die durch einen Sinneseindruck hervorgerufene Wellengruppe mit in der Hirnrinde vorhandenen, in lebhafter Spannung befindlichen Wellengruppen in der Weise zusammen, dass eine solche, in gemeinschaftlicher Richtung wirkende Summe von Wellen herauskommt, so genügt eine geringe Gefühlsbetonung, um die entsprechende Bewegung auszulösen. Oft ist hier der äussere Sinneseindruck die mehr zufällige Veranlassung, das äusserliche Motiv, die längst vorbereitete Handlung auszuführen; wie wenn das Schlagen der Uhr an eine zur bestimmten Zeit beabsichtigte Handlung erinnert. Oder der Sinneseindruck hat mit den zur Zeit gerade über oder nahe an der Schwelle stehenden Vorstellungen nichts zu thun, erregt aber so geläufige Bahnen, dass die entstehende Vorstellung sofort die entschiedene Oberhand gewinnt. In diesen Fällen — und es ist das die grosse Mehrzahl aller Handlungen — geschieht die Bewegung mit fast reflectorischer Sicherheit. So veranlasst das Sehen von Kirschen jemanden, der gewöhnt ist, öfter eine Quantität davon zu kaufen, es auch im gegebenen Falle zu thun, selbst wenn er vorher an alles Andere eher gedacht hat. Ist der Sinneseindruck ein besonders intensiver und sehr geeignet, ein lebhaftes begleitendes Gefühl hervorzurufen, namentlich wenn er bedrohlich ist, so bricht er sich unter allen Umständen Bahn, indem er die ganze verfügbare Energie in die von ihm erregten Wellengebiete hineinzieht. So ist wohl kaum jemand im Stande, sich dem Einflusse der unvermutheten Annäherung eines Gegenstandes an das Auge,

oder eines plötzlichen Ueberfalles zu entziehen. Die auszulösende Bewegung, der Augenschluss in dem einen, das Zurückfahren in dem anderen Falle tritt als unmittelbare, nothwendige Folge ein.

Auf der anderen Seite kann der Fall eintreten, dass die stärker gespannten molecularen Wellen zwei oder mehrere Gruppen bilden, die einander zu fremd sind, um sich zu einer einheitlichen und in derselben Richtung wirkenden Vorstellung zusammen zu thun, von denen bald die eine, bald die andere die Oberhand gewinnt und im Bewusstsein erscheint, ohne dass es einer von ihnen gelingt, einen grösseren Antheil psychischer Energie in ihren Wellen zu vereinigen. Hier regt die eine Vorstellungskette wohl die Bewegungsvorstellung an, aber die Erregung wird in Folge der Vertheilung der verfügbaren Energie auf mehrere Vorstellungsgruppen und in Folge der zu geringen Dauer, während welcher die zur Bewegung drängende Vorstellung stärker gespannt ist, nicht kräftig genug, um mit der nöthigen Stärke in das Höhlengrau abzufliessen. Die Ableitung der Energie, die vielleicht schon im Begriff war, die Handlung auszulösen, kann noch im letzten Augenblicke durch anderweitige Sinneseindrücke, die einen ganz anderen Vorstellungsgang hervorrufen, zu Stande gebracht werden. In dem angeführten Beispiel kann so der Anblick von Kirschen zwar die Vorstellung, sie zu kaufen, auslösen, dieselbe kann aber durch den vorhandenen Gedankengang in ihrer Intensität so niedrig gehalten werden, dass es nicht zur Handlung kommt; oder die eben zu beginnende oder schon begonnene Handlung wird etwa durch das Erblicken eines Bekannten unterbrochen, die in Folge dessen neu auftauchenden Associationen leiten der Bewegungsvorstellung, sowie dem ganzen dazu treibenden Wellencomplex die zur Ausführung der Handlung nöthige Energie ab.

Ferner kann die die Bewegung in erster Linie veranlassende Sinneswahrnehmung oder die dazu treibende Vorstellungsgruppe andere Vorstellungen hervorrufen, welche eine der ursprünglichen, in Bezug auf die auszulösende Handlung gerade entgegengesetzte Gefühlsbetonung besitzen. So kann der Anblick der Kirschen einerseits, durch die Erinnerung an ihren Wohlgeschmack, die Absicht sich ihrer zu bemächtigen und, in Folge fester Associationen, die für den Einkauf nöthigen Bewegungen bewirken, andererseits aber, durch die Erinnerung an in den Früchten befindliche Maden

und das diese Erinnerung begleitende unangenehme Gefühl des Ekels, der Angriffsbewegung den grössten Theil der Energie benehmen, ja durch die Concentration der Energie auf diese Vorstellungskette Abwehrbewegungen irgend welcher Art — schnelles Abwenden und Fortgehen — bewirken.

Statt zweier, entgegengesetzt betonter, kann es sich um eine grössere Anzahl von Vorstellungen handeln. Je bedeutsamer die vorzunehmende Handlung für die Existenz oder das Wohlbefinden des Individuums ist, je mehr und lebhaftere Associationen die zu der Handlung leitende Vorstellung mit anderen und gerade den wichtigsten und festesten Vorstellungskreisen, die für die Persönlichkeit wesentlich sind, besitzt, um so grösser wird die Anzahl der nach einander auftauchenden Wellengruppen sein, die je nach ihrer Gefühlsbetonung die leitende Vorstellung, sei es erst in ihrer Bildung, sei es schon bei der Erregung der auszulösenden Bewegungsvorstellung, unterstützen, oder, gegentheilig wirkend, Energie nach anderer Richtung hin beanspruchen. Ein solcher Kampf der Motive kann lange Zeit andauern, ohne dass es zu einem abschliessenden Resultate kommt; er kann durch das ins Bewusstseintreten anderer Vorstellungskreise unterbrochen und unter die Schwelle gedrängt und später an derselben Stelle wieder aufgenommen werden. Sind die Gefühlssummen auf beiden Seiten einander annähernd gleich, so entscheidet oft ein Zufall, eine Sinneswahrnehmung, eine nebensächliche Gedankenkette, die im Verhältniss zu den kämpfenden Vorstellungen ganz unwesentlich ist, den Sieg.

Endlich kann es vorkommen, dass die ganze Energie sich derart auf zwei zu einander entgegengesetzten Bewegungsvorstellungen führende Gedankenketten vertheilt, dass beide Bewegungen thatsächlich ausgelöst und so der Kampf der Motive in die Muskulatur verlegt wird. Das pflegt der Fall zu sein, wenn die eine Vorstellung durch einen sehr intensiven Sinneseindruck — nicht stark an sich, sondern intensiv durch die von ihm erregten und zu sehr leicht anzusprechenden Bewegungsvorstellungen führenden Wellengruppen — hervorgerufen wurde, und in der anderen sich eine grössere Anzahl anderweiter, ebenfalls stark wirkender reiner Vorstellungen zusammenfinden. So bewirkt, wenn jemand zum Arzt geht, sich einen Eiterherd öffnen zu lassen, der Anblick des Messers, noch mehr aber der gefühlte

Schmerz des Einschnitts eine heftige Abwehrbewegung, das Fortziehen der Hand, deren Erfolg durch die entgegengesetzte Wirkung aus der zur Operation antreibenden Vorstellungsreihe aufgehoben wird. Ebenso kann der Schluss des Auges während einer Operation an demselben durch die gleichzeitige kräftige Innervation des Augenöffners überwunden werden. Dasselbe kann auch erreicht werden, indem durch die gleichzeitige, irgendwie veranlasste Innervation anderer Muskelgebiete künstlich die vorhandene Energie für andere Zwecke verwandt wird.

Die Nebenvorstellungen, die das Zustandekommen einer Handlung verhindern, bezeichnet man mit dem Namen von Hemmungen. Aus der gegebenen Darstellung geht hervor, dass die Hemmung nicht etwas Negatives ist, nicht etwas, was eine vorhandene Bewegung unmittelbar beruhigte und zum Aufhören brächte, etwa wie eine in dieselbe Wellenbahn nachgesandte Welle entgegengesetzten Vorzeichens; vielmehr handelt es sich immer um eine positive Wirkung. Entweder kommt es, wie in den letzt angeführten Beispielen, zur Einleitung zweier, in ihrer Wirkung einander entgegengesetzter Bewegungen, die sich äusserlich aufheben und nur durch die Anspannung der gesammten, für beide Bewegungen erforderlichen Muskulatur bemerklich machen. Oder es gelingt, in Folge der Vertheilung des begrenzten Vorraths psychischer Energie in verschiedene, nicht zusammenwirkende Bahnen, der zur Handlung treibenden Wellengruppe nicht, die für die Auslösung der Bewegung nothwendige Spannung zu gewinnen. Die hemmenden Nebenvorstellungen oder Wahrnehmungen nehmen der leitenden Vorstellung gewissermassen das Wasser aus dem Graben, um es auf das eigene Mühlrad zu führen.

# Litteratur.

Wundt. Grundzüge der physiologischen Psychologie. 1887. Leipzig. Engelmann.

Ziehen. Leitfaden der physiologischen Psychologie. 1891. Jena. Fischer.

Munk. Ueber die Functionen der Grosshirnrinde. 1890. Berlin. Hirschwald.

Wilbrand. Die Seelenblindheit als Herderscheinung. 1887. Wiesbaden. Bergmann.

Meynert. Psychiatrie.

Helmholtz. Physiologische Optik. 1867. Leipzig. Voss.

Hering. Die Lehre vom binocularen Sehen. 1868. Leipzig. Engelmann.

ders. Physiologie des Gesichtssinns. Hermann's Handbuch der Physiologie. 1879. Leipzig. Vogel.

Goldscheider. Centrale Sprach-, Schreib- und Lesestörungen. Berl. Klin. Woch. 1892. No. 4.

Ferrier. The functions of the brain. 1886. London.

ders. Vorlesungen über Hirnlocalisation. Deutsch von Weiss. 1892. Leipzig und Wien. Deuticke.

Sachs. Ueber optische Erinnerungsbilder. Centralblatt f. Nervenheilkunde. 1892. No. 2.

## Sechster Vortrag.

Meine Herren! Nachdem ich im vorigen Vortrage es versucht habe, Ihnen einen Ueberblick über die menschliche Geistesthätigkeit zu geben, gehe ich heute dazu über, Sie mit den Thatsachen aus der experimentellen Physiologie und aus der menschlichen Pathologie bekannt zu machen, welche geeignet erscheinen, auf die Function der Grosshirnrinde Licht zu werfen. Von Seiten der Physiologie sind mehrere Reihen von Beobachtungen gewonnen worden, die eines Theils auf die Function des Grosshirns im Ganzen sich beziehen, zum anderen Theile die Frage nach der Thätigkeit seiner einzelnen Regionen angehen. Ich beginne mit den Beobachtungen an Thieren, denen, soweit es möglich war, das ganze Grosshirn ohne Verletzung anderer Hirntheile entfernt worden war. Derartige Versuche sind in den letzten Jahren an Thieren aller Klassen des Wirbelthierreichs in grösserer Anzahl angestellt worden, sodass gegenwärtig die Möglichkeit gegeben scheint, sie alle unter einem gemeinsamen Gesichtspunkte zu betrachten.

Gestatten Sie mir, die Bemerkung vorauszuschicken, dass der Kampf um die richtige Auffassung der Functionen des Grosshirns nach Lage der Dinge sehr schwer zur Entscheidung zu bringen ist. Die Versuche, um die es sich handelt, gehören zu den schwierigsten, die am lebenden Thiere angestellt werden können; nach und nach erst bildete sich die besondere Technik heraus, die es ermöglichte, in fruchtbringender Weise zu experimentiren. Noch schwieriger fast erscheint die Beobachtung geistiger Vorgänge am Thiere, welches über seine Empfindungen und Vorstellungen Auskunft zu geben nicht im Stande ist. Hier ist der subjectiven Auffassung der weiteste Spielraum gegeben.

Ebensowenig war es leicht, auf die geschehene Verletzung die in Folge derselben eintretenden Veränderungen im Benehmen und in den Bewegungen des Thieres in richtiger Weise zu beziehen. Man musste erst lernen, allgemeine Folgen, Nebenwirkungen, Hemmungserscheinungen, welche die Wunde als solche und die Art ihrer Zufügung veranlasste, von denjenigen Erscheinungen zu trennen, deren Ursache einzig und allein in der Erregung oder in dem Ausfall eines grösseren Hirnabschnitts oder einer bestimmten Hirnstelle zu suchen war. Dazu kam, dass man bei der Zusammenfassung der Thatsachen sich nicht selten von der Meinung leiten liess, morphologisch sich entsprechende Theile müssten bei allen Klassen des Thierreichs bis zum Menschen hinauf, unter allen Umständen auch functionell gleichwerthig sein, und dass man in Folge dessen in unzulässiger Weise die bei einer Thierart erhaltenen Resultate auf alle anderen und in letzter Linie auch auf den Menschen übertrug; dass man umgekehrt aber auch von den geistigen Fähigkeiten des Menschen auf diejenigen niederer Thiere Schlüsse zog, und schliesslich vom Frosch Dinge verlangte, die nur das entwickelte Denkorgan des höchst stehenden Thieres zu leisten im Stande ist. Aus diesen Gründen ist es nicht wunderbar, dass gerade auf dem vorliegenden Gebiete, nicht nur über die Deutung der beobachteten Thatsachen, sondern auch über die Richtigkeit der Beobachtungen selbst, sowie über die Beziehung der beobachteten Thatsachen auf die gemachten oder beabsichtigten experimentellen Eingriffe auf das Hitzigste und leider auch unter starken persönlichen Angriffen gestritten worden ist.

Auf der untersten Stufe der Wirbelthierwelt, auf welcher man hier Fische und Amphibien zusammennehmen kann, erscheint der Verlust des Grosshirns als ein Vorgang von unwesentlicher Bedeutung. Bei Knochenfischen hat Steiner nach Entfernung des Grosshirns eine bemerkenswerthe Aenderung im Benehmen nicht gefunden. Die grosshirnlosen Fische waren, wie die unversehrten, wählerisch in der Aufnahme der Nahrung; sie verzehrten, wenn man ihnen rothe und weisse Oblaten ins Wasser warf, unter allen Umständen zuerst die rothen; sie unterschieden meist schon aus der Ferne, sicher aber beim Versuche zu fressen, einen Regenwurm von einem bewegten Stück Bindfaden, ja sie verweigerten die Nahrung, nachdem man sie eine

Zeitlang mit demselben Material gefüttert hatte, und frassen erst wieder, als man ihnen anderes Futter vorwarf. Diese Fische waren offenbar ausgezeichnet im Stande, ihre Sinneswahrnehmungen, insbesondere die des Gesichts und des Geschmacks, für ihre Bewegungen und für ihr Fortkommen zu verwenden.

Nur einen einzigen Unterschied glaubte Steiner herausfinden zu können. Er sah nämlich, dass die grosshirnlosen Fische schneller und anscheinend mit grösserer Sicherheit sich auf die Nahrung stürzten, als die normalen, und den letzteren somit in dem gegen Feinde gesicherten Bassin überlegen erschienen: sie zeigten im Vergleich mit unversehrten Fischen einen Mangel an Vorsicht.

Ganz anders verhielten sich in gleicher Weise behandelte Knorpelfische. Der grosshirnlose Haifisch zeigte keine Spur von freiwilliger Handlungsweise. Wurde er durch mechanischen Angriff gereizt, so schwamm er so gut wie der gesunde Fisch und wich den gesehenen Hindernissen geschickt aus. Anderenfalls lag er unbewegt an einer Stelle des Bassins verborgen und verhungerte hier. Es zeigte sich indessen, dass dieses abweichende Verhalten nicht durch den Verlust des Grosshirns verschuldet wurde, sondern durch eine unvermeidliche Nebenverletzung, die Abtrennung der beiden Riechlappen, die bei allen Wirbelthieren aus dem vordersten Theile des Grosshirns hervorwachsen. Für den Haifisch ist der Geruch das leitende Sinnesorgan, insbesondere bei der Aufsuchung der Nahrung. Vernichtet man den Geruch desselben, ganz gleichgiltig ob mit oder ohne Schonung des Grosshirns, so ist der wesentlichste Schlüssel — um einen Ausdruck Meynert's zu gebrauchen —, der das Räderwerk des Gehirnmechanismus aufzieht, verloren gegangen. Der des Geruchs beraubte Hai verhält sich genau so, wie der durch Zerstörung der Mittelhirndecke blind gemachte Karpfen. Ich bitte Sie, aus diesem Beispiele zu entnehmen, wie leicht ein Trugschluss auf die Function eines Hirntheils gemacht werden kann, wenn man nicht alle bei einem Versuch in Betracht kommenden Nebenumstände auf das Sorgfältigste beachtet.

Eine zweite, bedeutungsvolle Fehlerquelle können Sie aus der Geschichte der Physiologie des Froschgehirns kennen lernen. Goltz, Steiner und andere haben ein Verhalten des grosshirnlosen Frosches beschrieben, welches einen wesentlichen Unter-

schied gegenüber dem der Knochenfische aufzudecken schien. Zwar fanden sie, dass auch der Frosch ohne Grosshirn seine Gesichts- und sonstigen Empfindungen ausgezeichnet für seine Bewegungen verwerthet. Reizt man ihn durch einen mechanischen Angriff, so bewegt er sich vom Orte; dabei umgeht er geschickt im Wege befindliche Hindernisse, oder setzt in je nach den Umständen zweckmässig abgeändertem eleganten Sprunge darüber hinweg. Ja er versucht den Sprung niemals, wenn das ihm in den Weg gestellte Hinderniss zu hoch ist, als dass er es im Sprunge überwinden könnte, und wendet sich in diesem Falle, wenn er gereizt wird, zur Seite, oder sucht nach rückwärts dem Angriffe zu entfliehen. Er schwimmt ausgezeichnet, wenn er ins Wasser geworfen wird, und erreicht mit der grössten Sicherheit durch einen Sprung den Rand des Bassins. Fliegen und andere Insecten, welche in die Nähe seiner Augen kommen, fängt er mit derselben Geschicklichkeit, wie ein unversehrter Frosch.

Aber es schien, dass der Frosch die „Spontaneïtät" seiner Bewegungen eingebüsst hätte; wurde er nicht gestört oder erschüttert, so blieb er Tage und Wochen lang auf demselben Flecke sitzen, bis er eintrocknete oder verhungerte.

Durch die Untersuchungen Schrader's hat sich herausgestellt, dass diese Beobachtung, die als eine der unerschütterlichsten Grundlagen der Grosshirnphysiologie galt, nicht richtig ist. Wenn die Abtragung des Grosshirns sorgfältig und ohne Nebenverletzungen ausgeführt worden war, sah Schrader die Frösche nur für einen gewissen Zeitraum in jenen regungslosen Zustand verfallen. War eine genügende Zeit verflossen, sodass die Thiere sich von der Heftigkeit des Eingriffs, von der Störung und Hemmung der Functionen der unterhalb des Grosshirns gelegenen Hirntheile erholen konnten, so liess sich ein merklicher Unterschied zwischen dem grosshirnlosen und dem unversehrten Frosche nicht mehr auffinden. In gleicher Weise wechseln beide zwischen Land- und Wasseraufenthalt, graben sich bei Beginn der Winterkälte in die Erde ein oder verkriechen sich unter Steinen. Mittelst einer Schraubvorrichtung langsam und ohne Erschütterung ins Wasser gelassen, beginnen die operirten Frösche nicht früher und nicht später zu schwimmen, als die Thiere mit Grosshirn. Setzt man unter einer grossen Drahtgeflechtglocke, welche an ihrer Spitze eine Oeffnung besitzt,

operirte und nicht operirte Thiere in grösserer Menge zusammen, so zeigt sich weder in der Anzahl der aus der Glocke entweichenden, noch in der Schnelligkeit, oder in der Art des Entweichens, ob sie durch Sprung oder durch Klettern die Lücke zu erreichen suchen, der geringste Unterschied. Ebenso wenig wie in der Geschicklichkeit, die Freiheit wieder zu gewinnen, zeigte sich eine Benachtheiligung der grosshirnlosen Frösche bei der Begattung. Endlich war auch in der Ernährung ein verschiedenartiges Verhalten kaum aufzudecken. Mit grosser Sicherheit fangen die Frösche ohne Grosshirn alle bewegten Körper, und werfen die ungeniessbaren mit demselben zuverlässigen Urtheil wieder aus dem Maule heraus, wie die unverletzten Thiere. Nur schien es, als ob der Hungerzustand des operirten Frosches einen stärkeren Grad erreicht haben müsse, um ihn zur Jagd zu bewegen, als der des normalen.

Es will mir scheinen, dass Schrader die geistigen Fähigkeiten des Frosches doch etwas unterschätzt hat, und dass man bei einer genaueren und, wenn ich so sagen darf, individuelleren Beobachtung vielleicht gewissen Unterschieden zwischen den Fröschen mit und ohne Grosshirn auf die Spur kommen wird, die sich nach derselben Richtung bewegen dürften, wie die Unterschiede, welche derselbe Forscher, wie gleich zu erwähnen sein wird, bei Vögeln scharf hervorgehoben hat. Nach Schrader's Schilderung ist auch der unversehrte Frosch nichts als eine, wenn auch sehr vollkommene Reflexmaschine. Ich citire Brehm's Schilderung des Teichfrosches, die gerade diejenigen Eigenschaften klar hervorhebt, durch welche sich der Frosch von einer derartigen reflectorisch oder automatisch wirkenden Maschine unterscheidet, und die die Mindestleistung eines Grosshirns darstellen.

„Von seinem Verstande überzeugt man sich bald, wenn man ihn längere Zeit beobachtet. Auch er richtet sein Betragen nach den Umständen ein. Da, wo ihn niemand stört, wird er zuletzt so zudringlich, dass er einen sich nahenden Menschen bis auf Fussweite an sich herankommen lässt, bevor er mit gewaltigem Satze die Flucht ergreift; da, wo er verfolgt wird, hingegen entflieht er schon von Weitem, und selbst wenn er mitten auf einem kleineren Gewässer liegt, taucht er unter, wenn der ihm wohlbekannte Feind am Ufer sich zeigt. Aeltere Frösche sind immer

vorsichtiger, als jüngere, werden auch, wie erfahrene Säugethiere und Vögel, zu Warnern für die jüngeren, welche wenigstens so klug sind, einzusehen, dass es für sie das Beste ist, es den Weisen ihres Geschlechtes nachzuthun. Auch vor Thieren, welche ihnen gefährlich werden können, nehmen sie sich wohl in Acht. An Teichen, welche der Storch regelmässig heimsucht, flüchten sie sich bei Ankunft des Vogels ebenso eilig, wie beim Erscheinen eines Menschen. Ihre Beute erwerben sie sich gar nicht selten mit einer gewissen List; sie lauern wie ein Raubthier auf dieselbe, schwimmen sacht unter dem Wasser heran und fahren plötzlich zu, wissen sich auch recht wohl zu helfen, wenn es ihnen schwer wird, ein von ihnen gefangenes Thier zu bewältigen. In der Gefangenschaft lernt der Teichfrosch bald seinen Wärter kennen und wie der Laubfrosch den Mehlwurmtopf würdigen, bekundet auch nach und nach eine gewisse Anhänglichkeit an den Gebieter, nimmt von ihm die vorgehaltene Nahrung weg, lässt sich sogar ergreifen und auf der Hand umhertragen, ohne zu fliehen, kurz, tritt wirklich in ein gewisses Freundschaftsverhältniss mit ihm."

Ich übergehe die Versuche, die an Reptilien angestellt worden sind, da etwas besonders Hervorzuhebendes, das auf die Functionen des Grosshirns Licht werfen könnte, sich bei dieser Thierklasse nicht ergeben hat, und wende mich zu den Vögeln. Hier hat sich allen Forschern, die sich mit ihnen beschäftigten, ein deutlicher Gegensatz zwischen den Thieren mit und ohne Grosshirn ergeben, ein Gegensatz freilich, der von den verschiedenen Untersuchern als ein ganz verschiedener geschildert wird. Ich habe schon in der Einleitung des physiologischen Theiles darauf hingewiesen, dass Flourens den Vögeln ohne Grosshirn das Vorstellen und Wollen absprach und keinerlei Anzeichen des Gebrauchs der höheren Sinne, des Gesichts und des Gehörs, bei ihnen beobachtete. Schon bald nach ihrem Bekanntwerden wurde die Beweiskraft der Flourens'schen Versuche von mehreren Seiten angezweifelt; seitdem ist immer wieder von einer Anzahl von Beobachtern darauf hingewiesen worden, dass Tauben ohne Grosshirn im Stande seien zu sehen, d. h. ihre Bewegungen nach den Gesichtseindrücken einzurichten. Neuerdings ist die Untersuchung von zwei Seiten wieder aufgenommen worden, und die beiden Forscher, Munk und Schrader, sind dabei zu gerade entgegengesetzten

Resultaten gekommen. Ich will Ihnen über beide Reihen von Versuchen berichten.

Munk hat eine grössere Anzahl von Tauben mittelst einer eigenartigen Operationsmethode des Grosshirns beraubt und bei einigen von ihnen vollständige Blindheit und Taubheit, sowie das Fehlen jeder „spontanen" Bewegung beobachtet. Eine solche Taube stand meist unverrückt auf demselben Platze in normaler Haltung und führte dabei in unregelmässigem Wechsel eine Reihe von Bewegungen aus: sie drehte den Kopf nach rechts und nach links, hob oder schüttelte die Flügel, öffnete und schloss den Schnabel, putzte die Federn und dergl. mehr. Alle halbe Stunden etwa machte sie einige Schritte nach vorn oder rückwärts und flog auch wohl unmittelbar über dem Boden eine ganz kurze Strecke dahin. War sie lange Zeit nicht gefüttert worden, so wurden die Bewegungen lebhafter und folgten schneller auf einander. Selbst durch stärkere Reize konnte man sie nur zu einigen Gehbewegungen, aber nicht zu wirklichem Fliegen veranlassen. Liess man sie in der Luft los, so flog sie zu Boden, kam aber mit hörbarem Aufschlage und unter Ueberschlagen unten an. Objecte auf der Flugbahn oder im Wege vermied die Taube nie, sondern streifte sie, oder stiess gerade in sie hinein.

Fütterte man die Tauben regelmässig, so gelang es, sie Monate lang, bis zu $^3/_4$ Jahr am Leben zu erhalten, ohne dass eine Aenderung eintrat. Bei der Section zeigte sich der vollständige Verlust des Grosshirns ohne Verletzung irgend eines anderen Hirntheils. Zeigte eine von Munk's Tauben nach der Operation noch eine Spur von Sehvermögen, so liess sich bei der Section häufig ein Rest des Grosshirns nachweisen; bei sehr geringfügigem Sehvermögen entging dieser Rest wegen seiner Kleinheit allerdings mitunter der Besichtigung. Aus seinen Beobachtungen schloss Munk, dass bei allen von anderen Forschern operirten Tauben, ausser denen Flourens', Reste des Grosshirns zurückgeblieben seien.

Ganz im Gegensatz zu den Resultaten Munk's hat Schrader gesehen, dass den von ihm operirten Tauben alle Bewegungsformen, auch das Fliegen, in vollkommener Weise erhalten geblieben waren, und dass dieselben die Empfindungen aller Sinne, mit Ausnahme des bei jeder Grosshirnabtragung aus anatomischen Gründen verloren gehenden Geruchs, für ihre Bewegungen zweck-

mässig zu verwerthen im Stande waren. Nur die ersten drei oder vier Tage entsprachen die Schrader'schen Tauben der Schilderung Munk's; dann begannen sie unermüdlich Tags über im Zimmer umherzuwandern, und wichen dabei allen entgegenstehenden Hindernissen auf das Geschickteste aus. Nachts schliefen sie. Setzte man eine solche Taube auf eine sich drehende Stange oder einen mit Zeugstoff überzogenen Globus, so regulirte sie balancirend ihre Bewegungen auf's Genaueste nach den Tastempfindungen, verliess aber regelmässig nach einiger Zeit im Fluge die unsichere Grundlage. Vom Erdboden flog die Taube niemals auf, wohl aber, wenn sie sich auf einem ein oder zwei Meter über dem Erdboden befindlichen schmalen Knopfe, etwa dem Stöpsel einer grossen Flasche befand; sie flog dann entweder zu Boden, oder auf einen entfernten Tisch oder die Lehne eines Stuhls. Dabei zog sie den Tisch einem anderen Zielpunkt vor, auch wenn ersterer weiter entfernt stand. Auf den ins Auge gefassten Punkt flog sie gerade zu, ohne unterwegs irgendwo anzustossen, erreichte ihn und fasste mit absoluter Sicherheit auf ihm Fuss.

Die Tauben frassen nicht von selbst und mussten gefüttert werden.

Der wesentliche Unterschied der grosshirnlosen gegenüber den unversehrten Tauben zeigte sich darin, dass für die ersteren die sie umgebenden Körper nichts weiter waren, als raumerfüllende Massen, nach denen sie ihre Bewegungen einrichteten. Alle weiteren, persönlichen Beziehungen fehlten. Ob der hindernde Körper, dem die Taube im Gange oder Fluge auswich, ein Klotz oder eine Katze, eine andere Taube oder der zum Einfangen dienende Käscher war, berührte sie nicht im Geringsten. Sie zeigte keine Spur von Furcht, aber auch keine Spur von Zuneigung auf der anderen Seite.

In Anlehnung an Darwin hat Schrader die Bewegungen, welche die eben genannten und andere Affecte ausdrücken, Ausdrucksbewegungen genannt. Insoweit solche Bewegungen von inneren Vorgängen im Körper abhängig sind, wie die werbenden Allüren des Taubers zur Zeit der Brunst, blieben sie auch dem grosshirnlosen Vogel erhalten, dem das Weibchen selbst vollständig gleichgültig erschien.

Von besonderem Interesse sind die Versuche, welche

Schrader an Falken anstellte. Auch bei diesen zeigte sich nach der Entfernung des Grosshirns keine Störung in der Bewegung, weder im Fliegen, noch im Laufen; keine Störung in der Verwerthung der Sinneseindrücke für die Bewegungen. Die Falken machten auf alle sich bewegenden Gegenstände, z. B. die Mäuse, die man mit ihnen zusammensperrte, Jagd: aber nur so lange, als dieselben sich bewegten. Sie fingen dieselben mit der grössten Geschicklichkeit mit ihren Fängen und bewegten auch wohl einige Male den Schnabel gegen die gefangene Maus, wie um sie zu beissen. War die Maus todt oder verhielt sie sich sonst ganz ruhig, so lief der „Fangreflex“ ab; der Falke kümmerte sich nicht weiter um die erjagte Beute. Er frass nicht, ausser wenn man ihm das Fleisch in den Schnabel steckte. Was sich vor dem Falken bewegte, eine Maus, oder eine menschliche Hand, oder ein Lappen, das war für den Erfolg gleichgültig. Die Bewegung löste mit Sicherheit den Reflex aus. Die erwachsenen Falken ohne Grosshirn benahmen sich nach dieser Richtung hin ganz ähnlich jungen, noch nicht flügge gewordenen Thieren. So kam es, dass die Mäuse ihren sichersten Zufluchtsort unter den Flügeln der Falken fanden, wo sie nicht gesehen werden konnten, und wo sie, ohne dass die Falken es zu hindern vermochten, ihren Wirthen das Kreuzbein bis auf den Knochen abnagten.

Wie bei den grosshirnlosen Tauben vermisste Schrader auch bei den Falken Ausdrucksbewegungen, solche Bewegungen, aus denen er auf das Gefühl der Furcht oder der Zuneigung und damit auf bewusstes Empfinden und Handeln hätte schliessen können. Dass die Vögel nicht im Stande waren zu beurtheilen, ob ein sich bewegender Körper geniessbar sei, dass sie sich der sie anfressenden Mäuse nicht erwehren konnten, ist eben schon gesagt worden.

Schrader versichert mit Bestimmtheit, dass bei den von ihm operirten Vögeln weder mit blossem Auge, noch mit dem Mikroskop ein Ueberrest des Grosshirns bei der Section gefunden werden konnte. Die Erscheinungen, die er beschreibt, lassen sich auch wohl kaum so deuten, als ob sie nur durch das Zurückbleiben eines mehr minder grossen Restes von Sehvermögen bedingt seien. Eines Urtheils darüber, ob die von Munk oder die von Schrader beobachteten Erscheinungen die Folgen des reinen Ausfalls der Grosshirnfunction sind, will ich mich ent-

halten. Man muss entweder mit Munk annehmen, dass Schrader einen Theil des Grosshirns habe stehen lassen, oder mit Schrader, dass die Operationen Munk's mehr als das Grosshirn geschädigt, dass sie auf den Sehhügel hinübergegriffen und auch dessen Function dauernd gestört haben.

Die Ausdrucksweise Schrader's, dass seinen operirten Vögeln die Ausdrucksbewegungen als die äusseren Kennzeichen von Bewusstsein gefehlt haben, ist offenbar nur eine Umschreibung und trifft nicht den Kern der Sache. Der Schluss von Bewegungsvorgängen auf vorhandenes Bewusstsein ist einerseits immer ein misslicher, andererseits liegt keine Möglichkeit vor, zu beweisen, dass nach Verlust des Grosshirns, oder überhaupt die reflectorischen Bewegungsformen ohne Bewusstsein verliefen. Fasst man das Bewusstsein als subjective Begleiterscheinung molecularer Bewegungsvorgänge auf, so kann man für die Erklärung der uns hier interessirenden Beobachtungen ganz davon absehen.

Den Schrader'schen Vögeln fehlten die aus der Erfahrung geschöpften Zuthaten für die Verwerthung der sinnlichen Eindrücke: es fehlte ihnen die Erinnerung an früher Erlebtes. Furcht und Zuneigung in Bezug auf bestimmte Personen und Gegenstände können — wenn man von einigen, in ihrer Deutung noch recht zweifelhaften Instincthandlungen der Thiere absieht — nur durch die Erfahrung gewonnen werden. Es erscheint mir sogar recht wahrscheinlich, dass die dem Anscheine nach nicht durch die Erfahrung, sondern instinctiv begründete Furcht vor dem Neuen, Unbekannten auch erst aus der wiederholten Erfahrung sich bildet, dass die nähere Berührung eines irgendwie beschaffenen unbekannten Dinges unangenehme Folgen nach sich gezogen hatte; gerade wie die Abgewöhnung dieser Furcht einem bestimmten Dinge gegenüber erst wieder durch die Erfahrung bedingt ist, dass von demselben unangenehme Ereignisse nicht zu gewärtigen seien.

Die schädigende Einwirkung eines äusseren Gegenstandes erregt gleichzeitig mit der Empfindung des Schmerzes die Flucht als Abwehrreflex. Das Wiederwahrnehmen desselben Gegenstandes mit Hilfe irgend eines Sinnes erregt durch die blosse Erinnerung des früher damit verbunden gewesenen Schmerzes die Flucht als Ausdruck der Gemüthserregung, der Furcht vor dem Schmerze.

Es arbeitet also bei dem grosshirnlosen Thiere nur der vorgebildete Reflex, der durch verschiedene Sinneseindrücke in verschiedener und zuweilen sehr verwickelter Form ausgelöst werden kann, der aber stets nur durch die zur Zeit gerade vorhandenen Sinneseindrücke bedingt wird, aber nicht durch die in früherer Zeit einmal dagewesene Verbindung verschiedener Sinneswahrnehmungen mit einander und mit den ihnen zugehörigen Gefühlen abgeändert werden kann. Dem grosshirnlosen Thiere fehlt das geistige Band zwischen den zu verschiedener Zeit wahrgenommenen Sinneseindrücken, welches durch die Erinnerung gebildet wird.

Was nun die höchststehende Klasse des Wirbelthierreichs, die Säugethiere, anbetrifft, so bestand hier bis vor Kurzem eine wesentliche Lücke, da es nicht gelungen war, ein Säugethier ohne Grosshirn genügend lange Zeit am Leben zu erhalten, um ungestört durch die Einwirkung des gewaltigen Eingriffs auf die gesammte Lebensthätigkeit und durch die Schädigung der übrigen Hirntheile, aus dem Benehmen des Thieres einen Schluss auf die Folgen des Ausfalles der Grosshirnrinde ziehen zu dürfen. Erst in allerjüngster Zeit ist diese Lücke durch die rastlosen Bemühungen von Goltz zum Theil ausgefüllt worden, indem es dem Strassburger Forscher gelang, einen Hund ohne Grosshirn achtzehn Monate am Leben zu erhalten. Die Section des gewaltsam getödteten Hundes bestätigte, dass das ganze Grosshirn ausser jederseits dem vordersten in eine dünnwandige Cyste verwandelten Stücke des Schläfelappens fehlte; ausserdem waren die Streifenhügel, soviel davon erhalten geblieben war, die Sehhügel und zum Theil die linksseitigen Vierhügel rostfarben erweicht.

Der Hund wechselte, wie seine unversehrten Genossen, zwischen Schlafen und Wachen und konnte durch sehr starke unangenehme Geräusche, sowie durch leichte Tastreize aus dem Schlafe erweckt werden. Während des Schlafens befand er sich in normaler Haltung und Lage. So lange er wachte, wandelte er unermüdlich umher, besonders lebhaft vor der Kothentleerung und wenn er längere Zeit nicht gefüttert worden war; er stellte sich im letzteren Falle wohl auch auf die Hinterbeine an die Barriere seines Käfigs. Brachte man eins seiner Glieder aus der gewöhnlichen Lage heraus, so corrigirte er die Veränderung sofort, indem er das Bein in die natürliche Lage zurückzog. Zerrte oder drückte man eine Hautstelle des Hundes, so knurrte, quiekte

oder bellte derselbe je nach der Stärke des Reizes und suchte sich der angreifenden Hand zu entziehen; gelang ihm das nicht, so biss er ungefähr nach der Stelle des Reizes hin, indem er dabei die Wirbelsäule zweckentsprechend krümmte, meist allerdings ohne zu treffen. Hob man ihn in die Höhe, so verfiel er in eine Art von Wuthanfall, der durch Strampeln, Bellen und Umsichbeissen sich kennzeichnete. Aus kaltem Wasser zog er die Pfote bald wieder heraus. Auch wenn man ihn auf einen Tisch stellte und mittelst einer in dem Tische angebrachten Versenkung der einen Pfote die Unterlage entzog (Fallthürversuch), zog er bald die in die Vertiefung eintauchende Pfote aus derselben heraus. Immerhin liess sich eine Herabsetzung der Hautempfindlichkeit nachweisen, insofern er nicht, ausser am Auge und der Innenseite der Ohrmuschel, wie ein unversehrter Hund auf das Anblasen mittelst eines feinen Luftstroms reagirte.

Heftige und unangenehme Geräusche beantwortete der Hund mit Kopf- und Ohrenschütteln; sonst war er taub. Der Pupillarreflex war vorhanden; wenn starkes Licht plötzlich in das Auge des Hundes fiel, schloss er dasselbe und wandte den Kopf weg; anderweitige Anzeichen von Gesichtsempfindung waren nicht vorhanden. Geruch besass der Hund wahrscheinlich nicht, dagegen liess er deutliche Zeichen von Geschmack erkennen, indem er mit Chininlösung oder Coloquintentinctur bestrichene Fleischstücke ausspuckte, während er in Milch eingetauchte verzehrte.

Lange Zeit hatte der Hund mühselig gefüttert werden müssen, indem man ihm die zu schluckenden Bissen hinten in den Rachen brachte und ihn mit Hilfe einer aus einem Darmende bestehenden Schlundsonde tränkte; schliesslich aber gelangte er wieder dazu, selbstständig zu fressen und zu saufen, sobald man ihm die Schnauze an das Futter gebracht hatte. Dabei verschmähte er ungeniessbare Dinge. Hatte er lange Zeit nichts gefressen, so hastete er anfänglich sehr mit dem Futter, um sich dann später mehr Zeit zu lassen und aufzuhören, sobald er sein Theil verzehrt hatte.

An diesem Thiere bemerkte man keinerlei Aeusserungen, aus welchen man auf Verstand, Gedächtniss, Ueberlegung oder Intelligenz hätte schliessen können; er gab kein Zeichen von Freude, Neid oder Missgunst von sich. Obwohl regelmässig, durch Monate hindurch, auf das Herausheben des Hundes aus dem

Käfig die Fütterung folgte, liess derselbe durch kein Anzeichen darauf schliessen, dass er diese beiden Dinge in der Vorstellung mit einander verbunden hätte: stets beantwortete er das Herausheben aus dem Käfig mit dem geschilderten Wuthanfall.

Das Benehmen dieses Hundes bedarf keiner ausführlichen Erläuterung: es schliesst sich eng an das Benehmen der Schrader'schen Vögel an. Wie jene, so war der Hund im Besitze aller Bewegungsformen und verwerthete seine Sinneseindrücke, so weit er deren besass, für seine Bewegungen. Freilich waren die auf Gesichts- und Gehörseindrücke erfolgten Reactionen auf ein Minimum beschränkt; aber die Schädigung, die das Gehirn des Hundes erlitten hatte, ging über das Grosshirn hinaus. Es lässt sich daher auf Grund dieser Beobachtung nicht ohne Weiteres ablehnen, dass möglicherweise bei einem Hunde, dem nur das Grosshirn fehlte, die Bewegungen mit Hilfe der aus den Augen stammenden Erregungen reflectorisch regulirt werden, wie es in Folge der Tasteindrücke beim Zerren der Haut oder beim Berühren der Nahrung, in Folge der Geschmackseindrücke beim Fressen bei dem Goltz'schen Hunde thatsächlich der Fall war.

Aus der ganzen Betrachtung der grosshirnlosen Thiere scheint als Endergebniss hervorzugehen, dass, so weit unsere Erfahrung reicht, im ganzen Wirbelthierreiche in den unterhalb der Grosshirnrinde gelegenen Hirntheilen complicirte und dem Anscheine nach für gewöhnlich nur unter voller Thätigkeit bewusster geistiger Vorgänge auftretende Bewegungen durch Sinneseindrücke selbst der höheren Sinne hervorgerufen und zweckmässig geleitet werden; dass aber alle diese Bewegungsvorgänge durchaus den Charakter von Reflexen tragen, die unter gleichen äusseren Umständen stets genau in der gleichen Weise ablaufen, ohne jemals durch die Erfahrung aus früheren Reihenfolgen äusserer Wahrnehmungen in irgend einer Weise beeinflusst oder abgeändert zu werden.

Die Thätigkeit des Grosshirns greift hemmend in diese reflectorischen Bewegungsvorgänge ein, ähnlich wie die einzelnen Vorstellungen und Wahrnehmungen innerhalb des Grosshirns einander gegenseitig hemmen, ändert sie auf Grund erworbener Erfahrungen ab und setzt sie verschiedenartig zusammen.

Für den subcortical ausgelösten Reflex ruht das „Motiv“

stets ausschliesslich in dem augenblicklichen äusseren Reiz, mag derselbe vollständig der Aussenwelt angehören, wie beim Fangreflex des Falken, oder mag er in körperlichen Veränderungen des Thieres selbst seinen Grund haben, wie bei der Verstärkung der Bewegungen durch den Hunger, oder den Bewegungen des um die Gunst des Weibchens buhlenden Taubers.

Für den mit Hilfe des Grosshirns bewirkten Bewegungsvorgang kommt zu dem jedesmaligen äusseren Motive noch der gesammte Inhalt des Vorstellungslebens, der durch die während des ganzen Lebens aufgesammelten und ins Gedächtniss aufgenommenen Wahrnehmungen gebildet ist, hinzu; insofern dieser Inhalt selbst von Zufälligkeiten abhängt, von Dingen, die unter einander nicht in einem causalen Verhältnisse stehen, bewirkt er das Regellose und scheinbar Freiwillige der Handlungen im Gegensatz zu dem gesetzmässigen Ablaufe des Reflexes.

## Litteratur.


Steiner. Untersuchungen über die Physiologie des Froschhirns. 1885. Braunschweig. Vieweg und Sohn.

ders. Die Functionen des Centralnervensystems und ihre Phylogenie. II. Die Fische. 1888. Braunschweig.

Goltz. Beiträge zur Lehre von den Functionen der Nervencentren des Frosches. 1869. Berlin.

Schrader. Zur Physiologie des Froschgehirns. Pflüger's Archiv, Band 41. 1887.

ders. Zur Physiologie des Vogelgehirns. Pflüger's Archiv, Band 44. 1889.

Brehm. Thierleben. Volksausgabe, Band III.

Munk. Ueber die Functionen der Grosshirnrinde. Gesammelte Mittheilungen. 1890. Berlin. August Hirschwald.

Goltz. Der Hund ohne Grosshirn. Pflüger's Archiv, Band 51. 1892.

# Siebenter Vortrag.

Meine Herren! Nachdem wir im vorigen Vortrage die Function des Grosshirns im Ganzen betrachtet haben, soweit sie sich aus einer vergleichenden Zusammenstellung der Beobachtungen an des Grosshirns beraubten Thieren ergab, kommen wir heute zu der Untersuchung der Frage, ob den einzelnen Abschnitten der Grosshirnrinde eine verschiedene Aufgabe zukommt, und, wenn dieses der Fall ist, bis zu welchem Grade eine solche Verschiedenheit statt hat: ob die einzelnen Theile der Hemisphäre gänzlich verschiedenen Zwecken dienen, oder ob ein jeder derselben nur vorzugsweise zu einer besonderen Function in Beziehung steht, sodass diese an einer bestimmten Stelle am leichtesten geschädigt, aber von hier aus doch niemals vollständig vernichtet werden kann.

Schon vor jeder experimentellen Untersuchung kann man auf Grund einiger anatomischer und vergleichend anatomischer Thatsachen vermuthen, dass eine Arbeitstheilung zwischen den verschiedenen Gegenden der Grosshirnrinde stattfindet. Auf die Unterschiede im geweblichen Aufbau der Hirnrinde an den einzelnen Rindenparthien beim Menschen habe ich Sie schon gelegentlich der anatomischen Besprechung aufmerksam gemacht. Ebenso habe ich nur wieder daran zu erinnern, dass diejenigen Hirntheile, in welchen der Sehnerv sein Ende findet, das Pulvinar des Sehhügels und der äussere Kniehöcker, durch die mächtige Stabkranzfaserung der Sehstrahlung mit der Rinde des Hinterhauptlappens in Verbindung stehen, mit anderen Hirntheilen dagegen keine auch nur annähernd so mächtige Verbindung besitzen. Soweit die rein anatomische Betrachtung hier Zweifel übrig gelassen hat, sind dieselben durch die Untersuchung experimentell erzeugter

systematischer Degenerationsvorgänge, sowie pathologischer Fälle beim Menschen beseitigt worden. Nach der Entfernung des Auges beim neugeborenen Thiere beobachteten Munk, Vulpian und Monakow eine mangelhafte Ausbildung des gegenüberliegenden Hinterhauptlappens. Umgekehrt sah Monakow die Zerstörung eines Hinterhauptlappens von Entartung der primären optischen Centren und selbst des Sehstreifens und des entgegengesetzten Sehnerven gefolgt; und ganz dementsprechend fanden Lissauer und andere Forscher Krankheitsherde in der Rinde des Hinterhauptlappens beim Paralytiker regelmässig von systematischer Degeneration in der Sehstrahlung und im Pulvinar des Sehhügels begleitet.

Eine Bestätigung finden diese Befunde bei einer vergleichenden Betrachtung des Hinterhauptlappens der Affen und des Menschen. Die Affen, die sich durch die besondere Schärfe ihres Gesichtssinnes auszeichnen, besitzen einen im Verhältniss zur übrigen Grosshirnoberfläche ungemein entwickelten Hinterhauptlappen. Insbesondere ist die die mediane Fläche der Hemisphäre einstülpende und so die Rindenoberfläche vergrössernde fissura calcarina bei diesen Thieren sehr tief und reich gegliedert, und zwar um so mehr, je dicker der Sehnerv einer Affenart ist. Beim Menschen ist die Ausbildung dieses Oberflächentheils bei weitem nicht so stark. Betrachtet man dagegen das Verhältniss zwischen Rinde und Mark des Hinterhauptlappens, so bemerkt man als eine recht auffällige Thatsache, dass der Mensch ein relativ viel stärkeres Marklager, der Affe eine verhältnissmässig weit ausgedehntere Rindenoberfläche besitzt, und dass innerhalb der Markmasse bei dem letzteren die innere sagittale Schicht, also der Stabkranzantheil derselben, einen sehr viel grösseren Bruchtheil des gesammten Markes ausmacht, als beim Menschen. Das dürfte wohl dahin zu deuten sein, dass die grosse Rindenfläche als centrales Aufnahmeorgan der Gesichtseindrücke dem Affen ein scharfes und genaues Sehen gestattet, dass aber die durch die Associationsfaserung vermittelte intellectuelle Verwerthung des Gesehenen beim Affen gewaltig dem Menschen gegenüber zurückbleibt.

Aehnliche Verhältnisse finden wir beim Geruchsorgan wieder. Hier ist freilich zu bemerken, dass zwar der ganze Riechlappen entwickelungsgeschichtlich dem Grosshirn angehört, dass es aber

zweifelhaft erscheint, welche Bestandtheile desselben functionell als erste Station des Geruchs den Zwischenhirncentren des Sehnerven gleichzusetzen sind, und wieviel man der Centralstation der Hemisphärenoberfläche zuzurechnen hat.

Bemerkenswerthe Faserverbindungen schickt der Riechlappen, wie Sie gesehen haben, nur zum Haken des Schläfelappens und zum vorderen Ende des gyrus fornicatus, als zu beiden Endpunkten der vierten Urwindung. Die Ausbildung des Riechlappens und aller Theile, die mit ihm zusammenhängen, steht in engster Beziehung zur Entwickelung des Geruchssinns. Beim Hunde, der bekanntlich ein vorzügliches Geruchsorgan hat, zeichnet sich sowohl der Riechlappen selbst, wie der Riechlappenantheil der vorderen Commissur durch seine Grösse aus. Bei Mensch und Affen, die beide nur mangelhaft riechen, zum mindesten ihre Geruchseindrücke schlecht zu verwerthen verstehen, wird der Riechlappen zu einem kleinen, unauffälligen Anhängsel der übrigen Hirnrinde; dementsprechend erhält die vordere Commissur nur einen ganz unbedeutenden Zuzug aus dem Riechlappen. Von den Wassersäugern fehlt denjenigen, die ihre ganze Lebenszeit im Wasser zubringen, den Cetaceen, mit den Riechnerven auch der Riechlappen gänzlich.

Das menschliche Gehirn zeichnet sich ganz besonders durch die Grösse und Gliederung der Insel und der sie umgebenden Theile, des operculums, und vor allem des Schläfelappens aus, derjenigen Theile also, welche als der centrale Sitz der Sprachvorgänge anzusehen sind.

Endlich gehört die Thatsache hierher, dass nur die Rinde der Centralwindungen und ihrer nächsten Umgebung eine unmittelbare Verbindung in grösserem Massstabe mit dem Höhlengrau des Rückenmarks in der Pyramidenbahn besitzt. Der Zerstörung dieser Rindentheile folgt die systematische Degeneration jener Bahn; Zerstörung anderer Rindenparthien lässt eine über die Brücke hinausgehende Degeneration nicht zu Stande kommen. Nach neueren Untersuchungen von France folgt auch der Zerstörung des für gewöhnlich nicht zum motorischen Rindenfelde gerechneten gyrus fornicatus eine geringfügige Degeneration einzelner zerstreuter Fasern der Pyramidenbahn. Die Eigenartigkeit und besondere Bedeutung dieser Bahn zeigt sich auch darin, dass beim Menschen sowohl als bei Thieren zur Zeit der

Geburt ihre Fasern noch nicht von einer Markhülle umgeben sind. Ueber die Verbindung der genannten Rindengegend mit dem Höhlengrau des Kopfmarks lässt sich wegen der Vermischung der dazu dienenden Fasern mit der erst in der Brücke abbiegenden Faserung zum Kleinhirn, anatomisch etwas Bestimmtes nicht aussagen.

Um durch das physiologische Experiment am lebenden Thier der Function der einzelnen Hirntheile näher zu treten, stehen zwei Wege offen: man kann nach Entfernung eines Rindenstückes den Ausfall in den Aeusserungen des Thieres zu bestimmen suchen, oder man kann den Versuch machen, durch directe Reizung der Rinde solche Aeusserungen hervorzurufen. Was wir an dem beobachteten Thiere wahrnehmen, sind immer nur Bewegungen desselben, oder der Ausfall von unter normalen Verhältnissen zu erwartenden Bewegungen. Die Zurückführung des Beobachteten auf die psychische Thätigkeit ist ein Akt unseres Schliessens. Man muss dies Verhältniss scharf im Auge behalten, wenn man die Möglichkeit der gewaltigen Unterschiede in der Auffassung der Autoren verstehen will.

Um eine Unterlage für die daran zu knüpfende Besprechung der Streitpunkte zu gewinnen, will ich Ihnen zunächst über die Ergebnisse der von Munk angestellten Versuche berichten. Diese Untersuchungen sind wesentlich an Hunden und Affen angestellt. Gestatten Sie mir, noch einmal darauf hinzuweisen, dass man die Ergebnisse des Thierexperiments nicht ohne Weiteres auf den Menschen übertragen darf, bei dem, selbst wenn man die bestmögliche Analogie von vornherein zugeben will, eine viel höhere Complication der geistigen Vorgänge vorausgesetzt werden muss. Selbst aus dem sicheren Nachweise einer genauen Localisation beim Hunde und Affen würde noch nicht das Gleiche für den Menschen folgen. Hier werden wir die Beobachtungen der Pathologen, die klinischen und autoptischen Untersuchungen heranziehen müssen. Auch eine Vergleichung der durch das künstliche Experiment am Thier und der durch das natürliche Experiment am Menschen gewonnenen Resultate darf nur mit grosser Vorsicht angestellt werden; die von der Natur angewandten Methoden pflegen sich meist von den von uns bevorzugten zu unterscheiden. Freilich werden wir, wo sich die am Menschen beobachteten Erscheinungen auf verschiedene Weise, unter ver-

schiedenen Annahmen erklären lassen, immer diejenige Erklärungsweise vorziehen, welche sich auch den entsprechenden Erscheinungen am Thiere möglichst gut anpasst; und umgekehrt werden durch übereinstimmende Ergebnisse der Pathologie die Untersuchungen am Thiere bestätigt und in ihrem Werthe gesteigert.

Ich beginne also mit einer Uebersicht über die Abhandlungen Munk's.

Wenn Munk einem Affen oder Hunde die Rinde beider Hinterhauptlappen innerhalb ganz bestimmter Grenzen (A Fig. 66—69) entfernte, so wurde, wie er berichtet, das Thier dauernd blind: es wich selbst dem auffälligsten Hindernisse nicht aus und reagirte nicht auf die plötzliche Einwirkung intensiven Lichtes. Alle anderen Sinne, sowie Bewegungen des Thieres blieben unberührt. Nur fehlte dem operirten Hunde die Orientirung im Raum; auch nach dem Gehör, beim Rufen seines Namens, oder nach dem Geruch vermochte er sich, wenigstens für eine gewisse Zeit, nicht zurecht zu finden und verlor sofort wieder die eingeschlagene Richtung. Nach der Fortnahme jedes beliebigen anderen Rindenstückes liess sich keine dauernde Sehstörung feststellen. Die einzelnen Theile der „Sehsphäre" stehen in ganz bestimmter Beziehung zu den einzelnen Theilen der Netzhaut, derart dass einem jeden Netzhautstücke ein bestimmtes Stück der Sehsphäre zugeordnet ist. Entfernt man nur einzelne Theile der Sehsphäre, so fällt, und zwar je nach der Stelle der Zerstörung entweder in der gleichseitigen oder in der entgegengesetzten Netzhaut, die Function ganz bestimmter Stücke aus; es entstehen Scotome im Gesichtsfelde. Die Vertheilung der Sehsphären auf die Netzhäute ist für den Hund und den Affen nicht die gleiche. Beim Hunde ist (Fig. 71) das äussere Viertel einer jeden Netzhaut dem äusseren Viertel der gleichseitigen Sehsphäre zugeordnet, die inneren drei Viertel der Netzhaut entsprechen den inneren drei Vierteln der gekreuzten Sehsphäre. Für das äussere gleichseitige Viertel entspricht der laterale Rand der Netzhaut (1) dem lateralen Rande der Sehsphäre (I), der mediane Rand des Netzhautstückes (2) dem medianen Rande des Sehsphärenstückes (II), sodass Netzhaut und Sehsphäre einander Strich für Strich zugeordnet erscheinen. In Bezug auf das in der gekreuzten Hemisphäre liegende Stück der Sehsphäre sind in dem Verhältniss beider Flächen rechts und

links vertauscht. Da indessen die Namen: lateral und median in der gekreuzten Hemisphäre der Richtung nach entgegengesetzte Bedeutung haben, so stimmen trotz der Umdrehung die Bezeichnungen für Netzhaut und Sehsphäre wieder überein; es entspricht also dem medianen Rand der Netzhaut (5) der mediane Rand der gekreuzten Sehsphäre (V), dem lateralen Rande des Netzhautrestes (2') der laterale Rand des in der gegenüberliegenden Hemisphäre befindlichen Sehsphärenrestes (II'). Wandert ein Lichtpunkt über die Netzhaut etwa des linken Auges (r s Fig. 71) von der Schläfe nach der Nase, also von links (1) nach rechts (5) (im Gesichtsfeld Gf von rechts [$\alpha$] nach links [$\varepsilon$]), so verschiebt sich die Stelle, an welcher derselbe in der Sehsphäre empfunden wird, ebenfalls vom linken Rande der linken Sehsphäre aus (I) nach rechts, bis das erste Viertel der Netzhaut (2) und der Sehsphäre (II) durchlaufen ist. Wandert der Punkt auf der Netzhaut weiter nach rechts, so springt sein Bild in der Sehsphäre in die andere Hemisphäre hinüber an die Grenze des lateralen Viertels der rechten Sehsphäre (II') und wandert hier in umgekehrter Richtung von rechts nach links bis an den medianen Sehsphärenrand. Der oberen Parthie der Netzhaut entspricht die vordere, der unteren die hintere der Sehsphäre. Hier decken sich also beide Strich für Strich, gleichgiltig ob es sich um die gleiche oder die gekreuzte Seite handelt (s. Fig. 72). Ein Lichtpunkt, welcher im Gesichtsfeld von unten nach oben, auf der Netzhaut also von oben nach unten läuft, veranlasst sein Bild in der Sehsphäre von vorn nach hinten zu wandern. Gestatten Sie mir dabei daran zu erinnern, dass Netzhaut und Gesichtsfeld einander entgegengesetzte Lageverhältnisse besitzen, also der temporalen Hälfte des Gesichtsfeldes die nasale der Netzhaut, der oberen Hälfte des ersteren die untere der letzteren entspricht. Es ist klar, dass auch der Stelle des deutlichsten Sehens eine scharf umschriebene Stelle der Sehsphäre zugehört; dieselbe ist in den Figuren 66, 67 mit A' bezeichnet. Die Stelle des deutlichsten Sehens ist also beim Hunde nur in der entgegengesetzten Sehsphäre vertreten.

Der Affe unterscheidet sich in Bezug auf die centrale Vertretung des Gesichtssinnes vom Hunde dadurch, dass das der gleichseitigen Netzhaut zugeordnete Sehsphärenstück ein grösseres ist. Die Grenze geht hier genau durch den Fixirpunkt (o Fig. 73).

Von jedem grösseren Objecte (*μον*) wird demgemäss die rechte Hälfte in der linken (S s), die linke in der rechten Sehsphäre (S d) wahrgenommen; jede Bildhälfte entsteht doppelt in jeder Hemisphäre, und zwar derart, dass die Doppelbilder mit ihrer auf den verticalen Meridian des Auges fallenden Grenzlinie zusammenstossen, im Uebrigen in entgegengesetzter Richtung liegen. (Vergl. Fig. 73.)

Exstirpirt man einem Affen eine Sehsphäre, etwa die rechte (Fig. 73, S d), so wird er hemianopisch, und zwar nimmt er nichts wahr, was in der linken Hälfte (*μο*) seines Gesichtsfeldes vor sich geht. Exstirpirt man die laterale (C′ E) oder die mediane Hälfte (III′—V) der rechten Sehsphäre, so wird der Affe nur auf dem rechten bezw. auf dem linken Auge hemianopisch; das zweite Auge bleibt unberührt. Zerstört man endlich rechts die laterale (C′—E) und links die mediane Hälfte (A—C) der entsprechenden Sehsphäre, so sieht das Thier mit dem rechten Auge überhaupt nichts mehr, während die Sehkraft des linken unbeschädigt erscheint.

Ein Hund, dem beiderseits die Stelle A′ der Sehsphäre, also das dem gelben Flecke zugehörige Sehsphärenstück entfernt ist, fixirt nicht mehr und sieht z. B. ein Stück Fleisch nicht, welches sich unmittelbar vor seiner Nase befindet. Er besitzt ein beiderseitiges centrales Scotom, und zeigt dauernd einen eigenthümlich stieren, blöden Blick. Ein solcher Hund — und ganz ähnlich verhält sich der Affe — zeigt aber nach der Operation noch ein besonderes bemerkenswerthes Verhalten. Obwohl er mit den Seitentheilen der Netzhaut Alles wahrnimmt, was sich um ihn befindet, erkennt er nichts mehr von dem, was er sieht. Er läuft vor der Peitsche nicht weg, er scheut nicht vor dem Feuer, er erkennt die Fleischschüssel nicht, er findet den Wassernapf nicht, der in seiner nächsten Nähe steht u. s. w. Der Hund hat die Erinnerungsbilder des Gesichts verloren, er ist seelenblind geworden. Er muss nunmehr alle Dinge von Neuem wieder kennen lernen, wie ein junger Hund, der eben die Augen aufgemacht hat. Hat man ihm erst die Schnauze ein paar Mal in den Wassernapf gesteckt, so findet er denselben mit Hilfe des Gesichts allein wieder. Nach einer Reihe von Wochen lässt sich der Hund, wenn er Alles, was der Prüfung unterliegt, von Neuem kennen gelernt hat, von einem normalen nicht mehr unterscheiden.

Dinge, die er noch nicht wieder gesehen hat, erkennt er aber auch nach Monaten noch nicht. Entfernt man dem Hunde nur auf einer Seite die Stelle A' und überlässt ihn dann sich selber, so bleibt er sogar auf dem gekreuzten Auge dauernd seelenblind: er hat den Erwerb neuer Gesichtsvorstellungen mit diesem Auge nicht nöthig; erst wenn man ihm das erkennende Auge verbindet oder zerstört, erwirbt er mit Hilfe des anderen Auges wieder Gesichtserinnerungsbilder.

Dem Hunde, der durch Entfernung der Stelle A' in der rechten Sehsphäre auf dem linken Auge seelenblind geworden ist, nützen die in der linken Hemisphäre erhaltenen Gesichtsvorstellungen nichts; er kann die Gesichtseindrücke des linken Auges nicht mit jenen in Verbindung bringen.

Mauthner hat die Vermuthung ausgesprochen, dass der seelenblinde Hund nicht die Erinnerungsbilder verloren habe, sondern dass er von den Seitentheilen der Netzhaut her, mit welchen er allein noch sehen kann, undeutliche und verzerrte Bilder erhalte, welche er nicht im Stande sei, mit seinen bisherigen Vorstellungen zur Deckung zu bringen; der Hund müsse erst lernen, welches neue Bild jedesmal der alten Vorstellung entspreche. Die Seelenblindheit sei also nur die Folge des indirecten Sehens. Diese Annahme ist von Munk, wie ich glaube, treffend zurückgewiesen worden. Die Gesichtsvorstellungen werden durch die Gesichtswahrnehmungen, die ihre Quelle bilden, erst wieder hervorgerufen. Sind die Gesichtswahrnehmungen der Seitentheile der Netzhaut denjenigen, welche durch die Stelle des deutlichsten Sehens vermittelt wurden, so unähnlich, so können sie auf keine Weise die latenten Erinnerungsbilder wecken. Es müssen, selbst wenn die alten Erinnerungsbilder erhalten wären, jetzt neue gebildet werden, welche den neuen, unähnlichen Wahrnehmungen entsprächen.

Ich habe den Einwand Mauthner's schon hier mitgenommen, um die Bedenken gegen die Munk'sche Theorie der Seelenblindheit gleich an dieser Stelle einzuschalten. Die genaue Analyse der Vorgänge beim Hunde wird die Auffassung der Seelenblindheit beim Menschen wesentlich erleichtern. Die Frage, die zu beantworten ist, lautet: Warum erkennt der seelenblinde Hund die gesehenen Dinge, z. B. die Peitsche oder den Futternapf nicht wieder? Munk beantwortet die Frage in folgender Weise:

„Die Gesichtsvorstellungen, aus Gesichtswahrnehmungen hervorgegangen, sind entweder Anschauungsbilder oder Erinnerungsbilder dieser Wahrnehmungen. Die Erregung der Opticusfasern, welche dem Sehen dienen, braucht in ihren Folgen nicht auf die Erregung der centralen Elemente, welche mit der Gesichtswahrnehmung betraut sind, sich zu beschränken, sondern kann auch noch mittelbar durch diese Erregung anders geartete centrale Elemente in Erregung versetzen und damit Gesichtsvorstellungen veranlassen. Die letzteren centralen Elemente, welche Vorstellungselemente heissen mögen, sind aber vor den wahrnehmenden Elementen dadurch ausgezeichnet, dass, während diese sehr rasch nach der Erregung wieder in dem vollen alten Ruhezustand sich befinden, an den Vorstellungselementen in Folge der Erregung wesentliche Veränderungen zurückbleiben, welche nur äusserst langsam sich abgleichen. Wenn nun durch die Erregung von Opticusfasern, unter Vermittelung der zugehörigen wahrnehmenden Elemente, gewisse Vorstellungselemente zum ersten Male in Erregung gesetzt worden sind, so ist damit das blosse Anschauungsbild der Gesichtswahrnehmung gegeben, und die Gesichtswahrnehmung erscheint neu und unbekannt. Hört die Erregung der Opticusfasern auf, so hat auch die Erregung der centralen Elemente ein Ende, und das Anschauungsbild ist fortgefallen; aber mit den bleibenden Veränderungen, welche die Vorstellungselemente erfahren haben, ist latent (potentia) das Erinnerungsbild der Gesichtswahrnehmung erhalten, und dieses Bild entsteht (actu) fortan jedesmal, dass dieselben Vorstellungselemente, gleichviel aus welchem Anlasse, wieder in Erregung gerathen. Wird diese Erregung nunmehr durch eine neue Erregung der Opticusfasern herbeigeführt, so ist sogleich mit dem Erinnerungsbilde wieder das Anschauungsbild der Gesichtswahrnehmung da; und indem Anschauungs- und Erinnerungsbild zusammenfallen, erscheint jetzt die Gesichtswahrnehmung bekannt.“ (l. c. pag. 92.)

„In der Sehsphäre werden die Erinnerungsbilder der Gesichtswahrnehmungen in der Reihenfolge etwa, wie die Wahrnehmungen dem Bewusstsein zuströmen, gewissermassen von einem centralen Punkte aus, in immer grösserem Umkreise deponirt.“ (Ebenda pag. 100.)

Die gegen die Annahme besonderer Vorstellungselemente oder Erinnerungszellen von vornherein zu machenden Einwendungen

habe ich schon früher zur Sprache gebracht. Für die Erklärung der hier vorliegenden Thatsachen reicht diese Annahme nicht aus, wenn man bei der Betrachtung der Sehsphäre allein stehen bleibt; sie wird überflüssig, sobald man das ganze Seelenleben des Hundes ins Auge fasst. Das optische Erinnerungsbild der Peitsche ist an sich betrachtet dem Hunde ein ganz gleichgiltiges Ding; auch bei dem Erhaltensein desselben liegt in der blossen Wahrnehmung der Peitsche für den Hund gar keine Veranlassung zur Furcht. Der unverletzte Hund mag die Peitsche noch so oft gesehen haben, er denkt gar nicht daran, vor derselben zu entfliehen, so lange er ihre Anwendung nicht am eigenen Körper erfahren hat. Erst nachdem der Hund mit der Gesichtsvorstellung der Peitsche die an einer ganz anderen Stelle der Hirnrinde festgehaltene Erinnerung an die Schmerzen, welche dieselbe ihm einmal verursachte, associirt hat, scheut er vor der blossen Gesichtswahrnehmung, weil diese auf dem Wege der Associationsfaserung die Vorstellung des Schmerzes wieder hervorgerufen hat. Aehnlich verhält es sich mit dem Futternapf, mit dessen optischem Erinnerungsbilde die Vorstellung vom Wohlgeschmack des Futters, die Erinnerung an das Gefühl der Sättigung durch Nervenbahnen verknüpft ist. Ist die Associationsfaserung unterbrochen, so kann die best erhaltene Gesichtsvorstellung den Hund nicht mehr zu der zu erwartenden Antwortbewegung veranlassen.

Da wesentlich nur die Stelle des deutlichsten Sehens zum Erkennen der Gegenstände benutzt und immer auf den wahrzunehmenden Gegenstand eingestellt wird, so werden auch nur von der dieser Stelle entsprechenden Rindenparthie Associationsbahnen nach der übrigen Hirnrinde ausgeschliffen. Wird die Stelle des deutlichsten Sehens in der Hirnrinde zerstört, so ist trotz der Unversehrtheit der übrigen Sehsphäre die Seelenblindheit deswegen vorhanden, weil von hier aus Leitungsbahnen zu anderen Rindenparthien nicht oder doch nicht in genügendem Masse ausgeschliffen sind. Die nöthigen Verbindungen müssen erst in Thätigkeit treten; die Association muss von Neuem für die noch unversehrte Rindengegend erlernt werden. Das schliesst nicht aus, dass einzelne Dinge, die von ganz besonderem Interesse für das untersuchte Thier sind, auch nach der Operation möglicherweise noch erkannt werden, weil sie vor derselben allein schon mit Hilfe der Seitentheile der Netzhaut wahrgenommen wurden, und

diesen, von der Wahrnehmung an der Stelle des deutlichsten Sehens verschiedenen Wahrnehmungen ebenfalls die entsprechende Association zu Theil wurde. So fand Munk, dass beim Affen, wenn nach Zerstörung der Stelle A' überhaupt Gesichtserinnerungsbilder erhalten waren, darunter sich stets dasjenige der Mohrrübe, als seines Lieblingsfutters, befand. Bei Besprechung der Seelenblindheit des Menschen werde ich auf alle diese Verhältnisse näher eingehen.

Ich fahre in dem Bericht über die Versuche Munk's fort. Nach Zerstörung der Rinde beider Schläfelappen in bestimmtem Umfange (B Fig. 66, 67) wurden die Hunde taub; sie reagirten auf Gehörseindrücke nicht mehr. Einseitige Operation bewirkte den Verlust des Gehörs auf dem entgegengesetzten Ohr: zerstörte Munk das Labyrinth des der Gehirnverletzung gleichseitigen Ohres, so wurde der Hund ebenfalls vollkommen taub. Daraus liess sich auf eine vollständige Kreuzung der Hörnerven schliessen. Entfernung eines bestimmten Stückes beider Hörsphären (B' Fig. 66) bewirkte das Auftreten von Seelentaubheit; der Hund, der nachweislich Alles hörte, was um ihn vorging, verstand die Gehörseindrücke nicht mehr. Die Worte „Pfote" oder „hoch" waren nicht mehr von den eingeübten Bewegungen gefolgt. Nach einigen Wochen verlor sich die Störung, indem der Hund wieder verstehen lernte. Die rindentauben Hunde, denen beiderseits die ganze Hörsphäre oder die eine Hörsphäre und das gleichseitige Ohrlabyrinth zerstört war, verlernten nach einiger Zeit zu bellen; sie wurden taubstumm. Ob besondere Arten von Gehörswahrnehmungen an besondere Theile des Schläfelappens gebunden waren, konnte Munk mit Sicherheit nicht entscheiden. Für die Erklärung des Entstehens der Seelentaubheit gelten ähnliche Ueberlegungen, wie ich sie vorhin bei der Betrachtung der Seelenblindheit angestellt habe. Ich komme bei der Besprechung der Seelentaubheit des Menschen: der sensorischen Aphasie darauf zurück.

In Bezug auf den Geruchssinn fand Munk, dass einer seiner rindenblinden Hunde auch mit Hilfe der Nase nicht im Stande war, ein Stück Fleisch zu finden, und dass derselbe nur schwach schnüffelte. Andere Functionsstörungen wurden in diesem Falle nicht beobachtet. Bei der Section stellte sich heraus, dass neben der vernarbten Operationswunde an den Abtragungsstellen beider

Hinterhauptlappen, beide gyri hippocampi erweicht und in mit Flüssigkeit angefüllte Cysten verwandelt waren, während der Rest des Gehirns vollkommen unversehrt war.

Die Rinde der convexen Hemisphärenfläche, soweit sie vor einer frontalen Linie liegt, welche von dem hinteren Ende der Sylvi'schen Spalte zum oberen Rande der Hemisphäre führt, ist nach Munk die Fühlsphäre der gekreuzten Körperseite. Für jeden einzelnen Körpertheil ist ein besonderes Rindenfeld vorhanden, in welchem die Druck- und Berührungsempfindungen der Haut, die Innervationsempfindungen der Muskeln, die aus den Gelenken stammenden Empfindungen zur Wahrnehmung kommen und die Lage-, Bewegungs- und Tastvorstellungen des zugehörigen Körpertheils sich bilden. Die genauere Lage der einzelnen Felder ersehen Sie aus den Figuren 66—69.

Die nach vollständiger Ausrottung eines Rindenfeldes für die Dauer bleibenden Störungen schildert Munk folgendermassen. Es ist das Rindenfeld D der linken Hemisphäre entfernt. „Auf glattem Boden glitt das rechte Vorderbein häufig aus, ebenso beim Treppenlaufen, wobei es auch häufig die Stufen verfehlte. Setzte der Hund beim Gehen oder Laufen an, so bewegte sich das Bein zunächst abnorm und wurde meist zu wenig gehoben, sodass es scharrte. Auch inmitten des Gehens oder Laufens trat häufig solches Scharren ein, wenn der Hund die Richtung der Bewegung änderte, und insbesondere, wenn er kurz umzuwenden suchte. Kam der Hund wieder zum Stehen, so wurde dasselbe Bein in der Regel ungeschickt aufgesetzt, sodass es bald schief mit der Fusssohle, bald gar mit dem Rücken der Zehen oder des Fusses auf den Boden kam. Weiter führte das rechte Vorderbein nie für sich allein eine Bewegung aus: es wurde weder zum Greifen noch zum Kratzen benutzt, und war der Hund durch Zuruf oder durch Handbewegung zum Pfotengeben veranlasst, so wurde immer nur das linke, nie das rechte Vorderbein gereicht. Hob man den Hund am linken Vorderbeine in die Höhe, oder richtete sich der Hund selber am Tische auf, so wurde das rechte Vorderbein nicht zur Unterstützung herangezogen; und hatte man den Hund auf den Tisch gesetzt und das rechte Vorderbein über den Tischrand gezogen, sodass es frei herunterhing, so zog der Hund das Bein nicht zurück . . . . man konnte das rechte Vorderbein in den Gelenken beugen und strecken, oder nach vorn und nach

hinten, nach rechts und nach links verschieben, wie man wollte, man stiess nie auf den mindesten Widerstand, und das Bein behielt die gegebene Lage bei. . . . Berührte man eines der drei anderen Beine ganz leicht mit dem Finger oder mit dem Nadelknopfe, so sah der Hund sofort hin; und drückte man nur ein wenig stärker, so hob sich das Bein und der Hund schickte sich zum Beissen an. Gleicher Druck auf das rechte Vorderbein dagegen blieb ohne allen Erfolg, und man musste sehr stark drücken und kräftig einstechen, ehe es zum Heben des Beines kam; aber auch dann blieb der Hund ganz theilnahmlos, und kein Muskel des Gesichtes oder des Kopfes kam in Bewegung."

War die Zerstörung des Centrums nicht eine vollständige, so bildeten sich die Störungen in einiger Zeit mehr oder minder zurück. Nach kleinen Exstirpationen war nach einigen Wochen kein Unterschied gegenüber der gesunden Seite mehr zu bemerken. Die Wiederherstellung der verlorenen Function erfolgt, sowohl was die Zeit als was den Grad anbetrifft, in der Reihenfolge, dass die complicirtesten Functionen zuletzt und am seltensten wiederkehren. Zuerst kehren die Druck-, dann die Lage-, endlich die Bewegungs- und Tastvorstellungen zurück; in umgekehrter Reihenfolge werden sie bei grösser werdender Verletzung für die Dauer vernichtet.

Wie mit dem Vorderbeincentrum, so verhält es sich auch mit allen anderen Rindenfeldern. Soweit Bewegung durch die Thätigkeit subcortical gelegener Centren allein unterhalten werden kann, wie beim Laufen, ist die Function der Bewegungsorgane erhalten. Für das Bewusstsein des Hundes existirt dagegen das Organ, dessen Vertretung in der Hirnrinde vernichtet ist, nicht mehr. Sie erkennen hier einen charakteristischen Unterschied zwischen Hund und Mensch. Der grobe Mechanismus des Laufens, abgesehen von den an die Thätigkeit der Sinne gebundenen feineren Einstellungen bei Schwierigkeiten im Terrain, ist beim Hunde an ein unterhalb der Rinde gelegenes Centrum geknüpft, beim Menschen dagegen ist die Unversehrtheit der Hirnrinde für die Möglichkeit der Ortsbewegung Bedingung. Damit hängt es zusammen, dass junge Hunde das Laufen nicht erst zu erlernen nöthig haben, sondern diese Fähigkeit mit auf die Welt bringen, während es für den Menschen ein eifriges und mühevolles Studium erfordert, bis er den ersten Schritt zurückzulegen im Stande ist.

Auf der anderen Seite springt der Unterschied zwischen Hund und Frosch scharf in die Augen. Der Frosch ohne Grosshirn besitzt seine volle Beweglichkeit; er zeigt keinerlei Ungeschick; und die Art und Ausführung der Bewegung entspricht genau den Sinneseindrücken. Beim Hund dagegen werden in Folge der Schädigung des Grosshirns die Bewegungen ungeschickt; er vermag sie nicht oder nur noch sehr mangelhaft den Sinneseindrücken anzupassen.

Die Folgen einer vollständigen Exstirpation der Augenregion (F) der linken Hemisphäre sind folgende: „Zieht man am linken Auge die Lider mit den Fingern von einander und vom Augapfel ab, und berührt man dann leicht mit der Nadel den bulbus oder die conjunctiva palpebrae, so tritt sogleich Blinzeln und ein reiches Spielen der Kopf- und Gesichtsmuskeln ein, das Thier sucht unter dem Ausdrucke der Angst oder des Zornes den Kopf zurückzuziehen oder zu wenden, und fast regelmässig schlägt das Thier mit der linken Vorderextremität nach der angreifenden Hand. Verfährt man ebenso am rechten Auge, so sieht man nichts als Blinzeln, und man kann drücken und stechen, so lange man will, das Thier bleibt durchaus ruhig. Nähert man weiter den Finger oder die Faust rasch dem linken Auge, so erfolgt jedesmal Blinzeln; dagegen bleibt dasselbe immer aus, wenn man ebenso vor dem rechten Auge hantirt, und tritt hier erst dann ein, wenn es zur unmittelbaren Berührung der Wimpern oder der Lider gekommen ist.“ (l. c. pag. 51.)

Da die Gesichtswahrnehmungen und -vorstellungen unversehrt sind, so kann der Ausfall der Bewegung nur die Folge davon sein, dass die Grosshirnrinde den Augenschliessmuskel nicht mehr in Thätigkeit zu setzen vermag. Ferner geht die Seitenwendung der Augen nach rechts nur unvollkommen vor sich und hört früher auf, als die nach links. Nach Ausschaltung des linken Auges verfehlt das Thier beim Zugreifen die vorgehaltenen oder vorgeworfenen Nahrungsmittel desto öfter und auffälliger, je kleiner die Stücke sind.

Nach Entfernung der Ohrregion (G) geschahen gar keine Bewegungen des entgegengesetzten Ohres oder doch unvollkommenere, als mit dem gleichseitigen; beim Hunde war zugleich Gefühllosigkeit der gegenseitigen Ohrmuschel nachweisbar, besonders regelmässig an deren convexer Fläche.

Der Exstirpation der Kopfregion (E) folgte Seelenbewegungslosigkeit der gegenseitigen Zungenhälfte und der dort um den Mund herum gelegenen Muskeln; ausserdem waren beim Hunde die Druckgefühle der gegenseitigen Gesichtshälfte verschwunden.

Nach vollständiger Entfernung der linken Nackenregion (H) trägt der Hund den Kopf stets nach links gedreht, und hat die Fähigkeit verloren, den Kopf und sich im Ganzen rechtsherum zu drehen. An der rechten Nackenhälfte muss man ihn sehr stark drücken oder stechen, ehe überhaupt eine Reaction erfolgt, und auch dann treten nur unregelmässige Bewegungen der Extremitäten ein, bei voller Ruhe der Kopf- und Gesichtsmuskeln. Später lernt der Hund in grossem Bogen sich durch Krümmung der Rücken- und Lendenwirbelsäule und durch Drehung im Becken nach rechts bewegen.

Ein Hund, dem beide Stirnlappen als die Rumpfregionen (J) entfernt sind, dreht sich nach links wie nach rechts stets zeigerförmig durch Drehung im Becken, aber niemals wie der normale Hund hakenförmig durch Krümmung der Rücken-Lendenwirbelsäule, und zeigt bei langsamem Gehen eine abnorme Wölbung des Rückens. Nach Fortnahme eines Stirnlappens dreht der Hund sich stets und zwar hakenförmig nach der verletzten Seite, und wirft sich nur bei besonderer Veranlassung und auch dann nur ungeschickt zeigerförmig durch Bewegung im Becken nach der gekreuzten Seite herum. Grössere Bögen macht er nach beiden Seiten, kleinere nur nach der operirten Seite hin. Der Gefühlssinn dieser Hunde zeigt aber keinerlei Veränderungen: eine Störung in den Druckgefühlen des Rumpfes war nicht nachweisbar.

In gleicher Weise vermag der seiner Rumpfregionen beraubte Affe keine Bewegung der Rücken-Lendenwirbelsäule auszuführen, weder Biegung, noch Drehung, noch Beugung und Streckung. Alle Wendungen, die er macht, führt er durch Drehung des Rumpfes im Hüftgelenk aus. Bei einseitiger Operation ist nur die Drehung und Biegung nach der gekreuzten Seite aufgehoben.

Die Auseinandersetzungen Munk's sind nicht unwidersprochen geblieben, und zwar sind nicht nur die Schlussfolgerungen, sondern auch die Thatsachen auf das Heftigste bestritten worden. Ich will den Streitpunkten im Einzelnen nachgehen und untersuchen, in wie weit sich die von den verschiedenen Seiten beigebrachten

Thatsachen in Uebereinstimmung bringen lassen. Soweit die Einwände sichtlich nur auf Missverständnissen beruhen, kann ich sie bei dieser Untersuchung ausser Acht lassen.

Vorausgeschickt sei, dass der Hauptgegner Munk's, der Strassburger Physiologe Goltz, von seinem ursprünglichen schroffen Standpunkt zurückgekommen ist und sich den Anschauungen Munk's in wesentlichen Punkten genähert hat. In seinen ersten Veröffentlichungen über die Functionen des Grosshirns vertrat er nachdrücklich die Hypothese von der Gleichwerthigkeit der einzelnen Theile der Hirnrinde. Er fand bei seinen Hunden, denen er durch ein oder mehrere Trepanlöcher oder nach Entfernung eines grösseren Stückes des Schädeldaches mittelst eines Wasserstrahls möglichst viel Hirnmasse herausgespült hatte, stets dasselbe Krankheitsbild, gleichgiltig an welcher Stelle er den Angriff auf das Grosshirn unternahm. Immer fand sich unmittelbar nach der Operation eine Hemiplegie der der Verletzung entgegengesetzten Seite, eine hochgradige Abstumpfung der Empfindlichkeit ebenda, und Blindheit des gekreuzten Auges. Diese Störungen glichen sich bis auf einen je nach der Grösse der Verletzung mehr oder minder bedeutenden Rest aus. Nach schweren und wiederholten Eingriffen blieb dauernd eine geringe Abstumpfung der Empfindung zurück; ferner eine Veränderung des Sehvermögens auf dem gekreuzten Auge: die Hunde wichen zwar Hindernissen aus, hatten aber die Schätzung der Tiefe verloren, erkannten Fleischstücke nicht und verriethen keine Furcht vor schreckenerregenden Gegenständen. Endlich blieb auch eine gewisse Schädigung der Bewegungen zurück, derart, dass die Thiere mit den Pfoten der der Verletzung gegenüberliegenden Seite leicht ausglitten und dieselben längere Zeit in unbequemen Stellungen verharren liessen. War die Verletzung keine schwere, so verschwanden auch diese Erscheinungen wieder.

Wernicke hat die treffende Bemerkung gemacht, dass jemand, der die Folgen der Hirnblutung experimentell studiren wollte, nicht geschickter verfahren könnte, als Goltz es hier gethan hat. Bei der Hirnblutung strömt das unter dem Druck von 175 mm Hg stehende Blut in die unter dem geringen Drucke von nur 10 mm Wasser befindliche Hirnsubstanz ein und richtet hier, je nach der Grösse der zerrissenen Arterie und des darin befindlichen Loches, eine mehr oder minder grosse Zerstörung in der Hirnmasse an.

Die Folgeerscheinungen ergeben bei einer jeden grösseren Blutung ein Durchschnittsbild der Apoplexie, welches von dem Sitze der Blutung unabhängig ist, und das im Wesentlichen aus der Hemiplegie, Hemianästhesie und Hemianopsie der der Blutung gegenüberliegenden Seite und bei linksseitigen Blutungen ausserdem noch aus motorischer Aphasie sich zusammensetzt, also dem Bilde der Goltz'schen Hunde im Anfangsstadium fast genau entspricht; auch beim Menschen bilden sich die Erscheinungen je nach der Grösse und dem Sitze der Blutung mehr oder minder zurück.

Es ist klar, dass nach einer jeden Hirnverletzung nicht nur die Function des unmittelbar betroffenen oder gestörten Stückes ausfällt, sondern dass eine Störung in der Thätigkeit anderer, benachbarter Hirntheile, ja bei hinreichend starkem Eingriff des ganzen Hirns zu erwarten ist. Eine derartige Störung muss veranlasst werden durch die mechanische Gewalt des Druckes, durch den unmittelbaren Einfluss der die Operation begleitenden Schädigungen: die Freilegung des Gehirns, die Blutung, die Störungen in der Circulation, die entzündlichen Veränderungen in der Umgebung der Wunde; sie könnte auch bewirkt werden durch Hemmung von Hirntheilen in Folge der Reizung der von der Wundstelle ausgehenden Nervenbahnen. So erlöschen bei Säugethieren die Reflexe, welche von den Centren des Lendenmarks bewirkt werden, nach Durchschneidung des Rückenmarks weit oben am Halse. Alle diese Störungen gleichen sich im Laufe der Zeit wieder aus.

Auf der anderen Seite ist aber die Möglichkeit nicht von vorn herein auszuschliessen, dass die Function des vernichteten Rindenstücks ganz oder bis zu einem gewissen Grade von anderen Hirntheilen übernommen wird, sodass der für die Dauer bleibende Rest der Störung weniger als den Ausfall der Function des zerstörten Hirntheils darstellt. Diese Aushilfe wäre offenbar am einfachsten, wenn die einzelnen Theile der Hirnrinde einander gleichwerthig wären, etwa wie die einzelnen Theile der Nieren, bei denen nach Verlust der einen die andere sofort die gesammte Thätigkeit aufnimmt. Zerfällt die Grosshirnrinde in Regionen getrennter Function, so wäre immerhin die Möglichkeit vorhanden, dass die Theile eines Rindenfeldes einander gleichwerthig sind, sodass die Function desselben nur nach seiner vollständigen Vernichtung ausfallen würde, ferner dass das gleiche

Rindenfeld einer jeden Hemisphäre mit beiden Körperhälften in Verbindung stände, sodass es zwar für gewöhnlich wesentlich nur die Interessen der gekreuzten Seite wahrnähme, aber im Nothfall zur Aushilfe für die gleiche Seite mit einträte; endlich könnte die Function eines zerstörten Rindenfeldes von anderen Theilen, sei es der Rinde, sei es subcorticaler Hirnregionen, übernommen werden, die bisher mit dieser Function gar nichts zu thun gehabt hätten. Wir werden sehen, dass eine jede dieser Möglichkeiten bis zu einem gewissen Grade herangezogen werden muss, unter gewissen Einschränkungen sogar die letzte, an sich unwahrscheinlichste.

Die Annahme, dass die Hirnrinde in verschwenderischem Uebermasse angelegt ist, ist durchaus nicht so unwahrscheinlich, wie Goltz annimmt. Im Gegentheil wäre es wunderbar, wenn dieses wichtigste Organ des Körpers das einzige wäre, das nicht einer Mehrleistung über das gewöhnliche Mass hinaus unter abnormen Umständen fähig wäre.

Sobald Goltz zu anderen Operationsmethoden überging, die eine allzu heftige Einwirkung auf das gesammte Grosshirn ausschlossen und eine mehr localisirte Zerstörung ermöglichten, änderten sich auch die Ergebnisse seiner Versuche. Er erhielt jetzt wesentlich verschiedene Resultate, je nachdem er die vorderen oder die hinteren Hälften des Grosshirns in Angriff nahm. Nach Zerstörung beider vorderer Quadranten fand er die beschriebene Ungeschicklichkeit der Bewegungen und sah die Thiere unruhig und bösartig werden, während eine wesentliche und dauernde Störung in der Verwerthung der Sinneseindrücke sich nicht ergab. Zerstörung beider hinterer Quadranten war von einer Schädigung in der Verwerthung des Gesichts, Gehörs und Geruchs gefolgt, sowie von Unfähigkeit, sich im Raume zu orientiren; dagegen fehlte die Veränderung in den Bewegungen. In diesem Falle wurden die Thiere gutmüthig, auch wenn sie vorher noch so bösartig und wild sich gezeigt hatten.

Der Streit zwischen Munk und Goltz hat sich schliesslich auf die Sehsphäre zugespitzt. Bemerkenswerth ist es, dass Goltz auch auf diesem engeren Gebiete immer mehr von seinem ursprünglichen Standpunkte zurückgedrängt wurde und sich schliesslich auf die Behauptung zurückziehen musste, dass ein bestimmter Hund, dem er beide Munk'schen Sehsphären entfernt hatte, zwar

beinahe, aber doch nicht ganz blind sei, dass er noch eine Spur von Gesichtssinn zeige und diese verwerthen könne. Das Sehen dieses Hundes beschränkte sich darauf, dass er sehr breiten und hell beleuchteten Gegenständen auswich. Indessen hat Goltz den Beweis nicht mit Sicherheit geführt, dass dieser Hund, sowie seine anderen Hunde, die nach grossen Verletzungen des Hinterhauptlappens noch Ueberreste von Sehvermögen zeigten, wirklich der gesammten Sehsphäre in den Grenzen, wie sie Munk angegeben hatte, verlustig gegangen waren; die Möglichkeit, dass ein geringfügiger Rest der Sehsphäre functionstüchtig zurückgeblieben war, erscheint nicht ausgeschlossen. Soviel steht zum mindesten fest, dass nach grossen Verletzungen der Hinterhauptlappen das Sehen regelmässig schwer geschädigt wird, dass dagegen ausgedehnte Zerstörungen der vorderen Parthieen des Grosshirns eine dauernde Sehstörung nicht nothwendig nach sich ziehen.

Im Uebrigen ist die Frage nicht ganz richtig gestellt. Aus den Froschversuchen ergiebt sich, dass man zwei Arten von Sehen unterscheiden muss, die ich als reflectorisches Sehen und als psychisches Sehen unterscheiden möchte. Beim reflectorischen Sehen werden durch die Gesichtseindrücke noch Bewegungen veranlasst; diese Bewegungen geschehen mit der Sicherheit des Reflexes und sind nur von gegenwärtigen Sinneseindrücken abhängig, werden aber nicht durch erinnerte Vorgänge früherer Zeit abgeändert. Dahin gehören die Bewegungen des grosshirnlosen Frosches, der Schrader'schen Tauben, dahin auch der Augenschluss und das Wegwenden des Kopfes bei Goltz' grosshirnlosem Hunde. Die Verengerung der Pupille auf Lichteinfall ist ein rein reflectorischer Gesichtsvorgang, der niemals in das psychische Gebiet hineinfallen kann. Dagegen werden beim psychischen Sehen die Bewegungen durch die optischen Erinnerungsbilder und ihre Association mit den Erinnerungsbildern der anderen Sinne mit bedingt. Vom Bewusstsein können wir hierbei ganz absehen. Das reflectorische Sehen ist den Bewegungen, die nach der Durchschneidung des Rückenmarks in den unterhalb der Durchschnittsstelle gelegenen Centren desselben durch äussere Reize ausgelöst werden, wesentlich gleich zu stellen. Dass ein Hund, nachdem ihm das ganze Grosshirn entfernt ist, noch reflectorisch sehen kann, ist durch Goltz unzweifelhaft festgestellt.

Daher muss die Frage nach der Localisation des Sehens in der Grosshirnrinde folgendermassen gestellt werden: Wird das psychische Sehen durch Zerstörung eines bestimmten umschriebenen Stückes der Grosshirnrinde für die Dauer vernichtet? Diese Frage ist meines Erachtens mit Sicherheit zu bejahen.

Wie steht es aber mit der Beeinträchtigung des psychischen Sehens durch die Schädigung oder Zerstörung von Rindenparthien ausserhalb der Sehsphäre. Die Beantwortung dieser Frage liegt in der Analyse der Seelenblindheit, die ich vorher gegeben habe. Ich sagte, dass ein Hund dann vor der Peitsche nicht scheue, wenn die Associationsfaserung, welche das Erinnerungsbild der Peitsche mit der Vorstellung des seiner Zeit empfundenen Schmerzes in der Sehsphäre verbindet, unterbrochen sei. Offenbar kann eine gleichartige psychische Störung dadurch hervorgerufen werden, dass die Vorstellung des gefühlten Schmerzes aus der Erinnerung verschwindet, oder die Associationsbahn Peitsche — Schmerz am anderen Ende unterbrochen wird. Der Effect, das Ausbleiben des Scheuens, kann bei beiden Störungen genau der gleiche sein. Insofern also für die normale Verwerthung der gesehenen Gegenstände die Thätigkeit jeder einzelnen Sinnesregion erforderlich ist, kann man allerdings und mit Recht behaupten, dass die gesammte Hirnrinde am psychischen Sehen betheiligt sei. Aber diese Behauptung widerspricht ganz und gar nicht der Möglichkeit der Localisation. Aus dieser Betrachtung geht ausserdem hervor, dass man beim Thiere, welches über seine Empfindungen keinen Aufschluss geben kann, und sehr häufig wohl auch beim Menschen, nicht ohne Weiteres sagen kann, in welcher Sinnesregion eine Störung wahrscheinlich ihren Sitz habe. Dazu kommt noch, dass wir, wie ich vorhin erwähnte, auf die Sinneswahrnehmungen eines Thieres nur aus ihren gemachten oder unterlassenen Bewegungen Rückschlüsse ziehen können. Man kann deshalb von vorn herein auch nicht sagen, ob die Unterlassung einer Bewegung ihre Ursache in einem empfindenden oder bewegenden Apparate habe. Es scheint mir, als ob ein Theil der vorhandenen Controversen in der Schwierigkeit der Beurtheilung dieser Verhältnisse ihren Grund habe.

Ich will hier gleich die Besprechung einer anderen Frage anschliessen, die weiterhin von Wichtigkeit werden wird. Die

reflectorischen Bewegungen auf Gesichtseindrücke werden beim unversehrten Hunde vom Grosshirn aus gehemmt. Es liegt kein Grund vor anzunehmen, dass diese Hemmung allein oder wesentlich von der Sehsphäre aus wirkt; zum mindesten werden auch diejenigen Hirnrindenregionen, von denen aus die Bewegungen der reagirenden Theile geleitet werden, einen hemmenden Einfluss haben. Es ist sogar nicht unwahrscheinlich, dass in Folge der allseitigen Faserverbindungen in den subcorticalen Centren der Haubenganglien und des Höhlengraus ein kleiner noch functionirender Rest des Grosshirns für die Hemmung zum wenigsten der höheren Reflexe ausreicht. Das dürfte der Grund sein, weshalb ein Hund, dem nur die Sehsphären fehlen, der jedenfalls noch einen grösseren Theil functionirenden Grosshirns besitzt, auch reflectorisch blind erscheint; weder die Munk'schen ganz blinden, noch die Goltz'schen fast blinden Hunde zeigten bei plötzlich einwirkendem intensiven Lichte die früher geschilderte Abwehrbewegung, welche Goltz' Hund ohne Grosshirn machte.

Dass eine bestimmte Region der Grosshirnrinde des Hundes und ebenso des Affen, und zwar eine in der hinteren Hälfte der Hemisphäre gelegene, in besonderen Beziehungen zum Sehakt steht, die Grosshirnrinde ausserhalb dieser Region aber mit dem Sehen unmittelbar nichts zu thun hat, wird gegenwärtig wohl kaum von irgend einer Seite ernstlich bestritten. Dagegen sind über die Ausdehnung der Sehsphäre und über die Projection der Netzhaut auf dieselbe noch weitgehende Controversen vorhanden. Die nach Verletzungen des Stirnlappens und des vordersten Stückes des Scheitellappens beobachteten vorübergehenden Sehstörungen kommen nicht in Betracht, da es sich hier wohl zweifellos um eine Fernwirkung der Verletzung handelt. Aber auch die Sehstörungen nach Operationen am hinteren Theil des Scheitel- und des Schläfelappens sind mit Vorsicht zu beurtheilen, insofern hier leicht eine Einwirkung auf die zur inneren Kapsel ziehenden Stabkranzfasern aus dem Hinterhauptlappen statthaben kann. Sie haben gesehen, dass beim Menschen die ganze Sehstrahlung in der Gegend der Angularwindung nur durch geringfügige Massen von Associationsfasern von der Rinde getrennt ist. Aehnliche Verhältnisse finden sich beim Hunde und Affen in der entsprechenden Gegend (zwischen F, B und G der Figur). Die von hier aus verursachten Sehstörungen sind daher als subcorticale

zu betrachten. Diese Bemerkung gilt vor allem für die Beobachtungen Ferrier's, dessen Untersuchungen allerdings, wie von verschiedenen Seiten betont wird, auf unbedingte Zuverlässigkeit keinen Anspruch machen dürfen. Luciani sah beim Hunde dauernde Sehstörungen nur nach Exstirpation entweder der Hinterhaupt- oder der Scheitellappen auftreten, von allen anderen Rindengegenden aus dagegen nur vorübergehende. Auch diese Versuche würden daher als zweifellose Beweise für eine Ausdehnung der Sehsphären über die Rinde der Hinterhauptlappen hinaus nicht zu betrachten sein. Immerhin mag die Anschauung Luciani's, dass die Grenzen der einzelnen Rindenregionen keine scharfen seien, sondern allmählich durch gemeinschaftliche Grenzgebiete in nebelhaft verwaschener Weise in einander übergingen, nicht von vorn herein zurückzuweisen sein. Zwei von Schäfer operirte Affen zeigten vollständige dauernde Blindheit nach der alleinigen Entfernung beider Hinterhauptlappen.

Stärker sind die Bedenken, die der von Munk angegebenen Projection der Netzhäute auf die Sehsphären entgegenstehen. Hier sind zuerst die Versuche von Loeb zu erwähnen, welcher im Wesentlichen folgende Ergebnisse verzeichnete. Jede kleinere Parthie der Rinde des Hinterhauptlappens konnte entfernt werden, ohne dass eine Sehstörung danach zu beobachten war; dieses Verhalten trat gewöhnlich ein, wenn es nach der Operation nicht zu einer Blutung in das Gehirn hinein kam. Trat aber eine Sehstörung ein, so nahm dieselbe stets die Form der homonymen lateralen Hemiamblyopie der der Verletzung entgegengesetzten Seite an: die Thiere vernachlässigten die in der der Läsion gegenüberliegenden Hälfte des Gesichtsfeldes befindlichen Gegenstände; sie nahmen von zwei Stücken Fleisch, die sich zu beiden Seiten befanden, unter sonst gleichen Umständen zuerst das nach der Läsionsseite zu befindliche; zogen jedoch das auf der vernachlässigten Gesichtsfeldhälfte befindliche vor, wenn dasselbe hin und her bewegt wurde. Nach geringen Verletzungen verloren sich diese Störungen wieder, nach schweren oder wiederholten blieben sie bestehen. Ueber die Ausdehnung der unterempfindlichen Netzhautparthie auf jedem von beiden Augen giebt Loeb keine klare Auskunft. Während er im Allgemeinen von Hemiamblyopie spricht, giebt er an, dass auf dem der Läsion gleichseitigen Auge das laterale Viertel der Netzhaut nicht mehr normal functionire,

auf dem gekreuzten Auge dementsprechend die medianen drei Viertel, also ganz wie Munk. Trotzdem behauptet er, dass die Stelle des deutlichsten Sehens auch auf dem gekreuzten Auge am besten functionirt habe, während dieselbe doch inmitten der angeblich unterempfindlichen Parthie liegt. Die vorhandenen Erscheinungen von Seelenblindheit betrachtet Loeb als Folgen der Hemiamblyopie; sie verschwinden mit dieser wieder, ohne dass ein Einfluss der Uebung sich bemerklich mache.

Hunde mit Zerstörung der Stelle A' fixirten gerade so, wie unverletzte Hunde, sie bedienten sich zum Sehen immer des gelben Fleckes und zeigten nicht mit Nothwendigkeit Spuren von Hemiamblyopie oder Seelenblindheit.

Ausserdem zeigten Loeb's Hunde psychische Veränderungen; neben einer Abstumpfung des Intellects verriethen sie Neugier und bewiesen sich unaufmerksam, flüchtig und zerfahren. Störungen der übrigen Sinne und reine Bewegungsstörungen fand Loeb bei diesen Hunden nicht regelmässig und niemals dauernd. Verletzungen des Hinterhauptlappens verursachten entweder nur Sehstörungen, oder ausserdem noch motorische Störungen, aber niemals die letzteren allein. Bei Verletzung der vorderen Hirnlappen verhielt es sich umgekehrt.

Auch Luciani konnte sich von dem Bestehen der Munk'schen Projection nicht überzeugen. Die nach ziemlich ausgedehnten Zerstörungen der Sehsphäre mit Einschluss der Stelle A' entstehenden Sehstörungen gingen vorüber, ohne eine Spur zu hinterlassen. Die Stelle der Exstirpation innerhalb des Scheitel-Hinterhauptlappens erwies sich ihm als für die Art der darauf folgenden Sehstörung ohne wesentliche Bedeutung.

Demjenigen, der die Schwierigkeiten einer einigermassen genauen Aufnahme des Gesichtsfeldes bei ungebildeten und unaufmerksamen Menschen kennt, wird eine ähnliche Untersuchung bei Thieren als eine der am schwersten zu lösenden Aufgaben erscheinen. Man wird deshalb die Frage, ob eine genaue Projection der Netzhaut auf die Sehsphäre statt hat, und welcher Art diese Projection ist, vorläufig dahin beantworten müssen, dass auf Grund der vorhandenen Thierversuche eine Entscheidung bis jetzt nicht möglich ist.

In Bezug auf die Hörsphäre liegen die Verhältnisse so, dass Luciani dauernde Hörstörungen nach Zerstörungen innerhalb

des Schläfelappens und seiner nächsten Nachbarschaft sah, dagegen vollständige und bleibende Rindentaubheit zu erzeugen nicht im Stande war. Es erscheint zweifellos, dass das psychische Hören nur durch Vermittelung der Rinde des Schläfelappens zu Stande kommt. Ueber die genauere Begrenzung der Hörsphäre, sowie über die Frage der vollständigen oder theilweisen Kreuzung der Hörnerven zu entscheiden, ist das vorliegende Material nicht ausreichend.

In Bezug auf Geruch und Geschmack ist die Anzahl der vorhandenen Beobachtungen noch geringfügiger. Am allerschwierigsten scheint der Geschmackssinn durch Angriffe auf das Grosshirn geschädigt werden zu können.

Dass eine Zerstörung eines vorderen Lappens des Grosshirns, der sogenannten motorischen Region, beim Hunde eine Abstumpfung des Tastsinnes und der Schmerzempfindlichkeit, sowie eine Ungeschicklichkeit in den Bewegungen der gegenüberliegenden Körperhälfte nach sich zieht, wird allgemein zugestanden; ebenso dass derartige Störungen nach Verletzungen der Schläfe- und Hinterhauptlappen für die Dauer nicht zu erwarten sind. Goltz hat gezeigt, dass eine symmetrische Fortnahme der motorischen Regionen beider Seiten nicht eine einfache Summirung der Symptome, sondern viel hochgradigere Störungen beider Seiten bewirkt. Ein Hund, dem eine ganze Grosshirnhemisphäre fehlt, benutzt nach einer gewissen Zeit die gekreuzte Pfote wieder als Hand beim Festhalten von Knochen, wenn auch ungeschickter, als die gleichseitige. Nach Vernichtung beider motorischen Zonen geht die Fähigkeit, einen Knochen festzuhalten, auf beiden Seiten für die Dauer verloren. Während ein Thier mit einseitiger Verletzung sich beim Aufrichten an einer Barriere mit der gekreuzten Vorderpfote nur etwas weniger sicher aufstützt, ist nach Verletzung auch der anderen Hirnhälfte die Fähigkeit, sich aufzustützen, für beide Pfoten eine sehr mangelhafte geworden.

Es scheint daraus mit Sicherheit hervorzugehen, dass entsprechend der einen der vorhin von mir erwähnten Hypothesen über den Ersatz verlorener Functionen, eine jede Hirnhälfte mit beiden Körperseiten in Verbindung steht, dass die Verbindung mit der gekreuzten Hälfte eine bequemere ist, dass aber nach Zerstörung einer motorischen Region die andere aushilfsweise eintritt und die vorhandenen anatomischen Verbindungen func-

tionell verwerthet, allerdings ohne den Verlust voll decken zu können. Nach dieser Richtung scheinen mir die Ausführungen Munk's einer Vervollständigung zu bedürfen.

Anders liegen allerdings die Verhältnisse beim Affen. Hier wird durch die Versuche Luciani's bestätigt, dass nach einseitiger Zerstörung im Bereich der motorischen Felder ein dauernder Ausfall in der Function folgt. Hier bleiben sogar, wie beim Menschen, dauernd Lähmungs-Erscheinungen zurück.

Die Zerlegung der motorischen Region in von einander scharf getrennte Felder für die einzelnen Extremitäten, wie sie Munk angiebt, ist bisher durch Exstirpationsversuche von keinem Untersucher einwandsfrei bestätigt worden. Zwar fand Luciani beim Hunde, dass die dem exstirpirten Felde zugeschriebene Function immer am meisten geschädigt war, doch gelang es ihm nicht, einen so vollständigen und dauernden Ausfall zu erzielen, wie ihn Munk beschreibt. Die eben erwähnten Beobachtungen Goltz' lassen diesen Misserfolg als durch die Aushilfe der anderen Hemisphäre bedingt verstehen, wenn man nicht annehmen will, dass es Luciani niemals gelungen sei, ein Centrum vollständig zu entfernen. Am unsichersten erscheint mir die Fühlsphäre des Auges und die des Rumpfes. Loeb hat nach beiderseitiger Entfernung des Munk'schen Feldes F beim Hunde die willkürlichen Bewegungen der Augenmuskeln, wie die Empfindlichkeit der Hornhaut beiderseits erhalten gefunden. Und Goltz sah, dass seine Hunde, denen er beiderseits den Stirnlappen vollständig zerstört hatte, an ihrer Schwanzwurzel befestigte Fleischstücke unter ausgiebiger Krümmung der Wirbelsäule nach der einen oder nach der anderen Seite hin erreichten. So viel steht fest, dass eine hochgradige, wenn auch vorübergehende Schädigung der Empfindungen und Bewegungen des Hinterbeins, Vorderbeins oder Kopfes sicher durch Zerstörung der Munk'schen Felder C, D, bezw. E der gekreuzten Hemisphäre zu erreichen ist, dass die von anderen Punkten der Hirnrinde her bewirkten Störungen der gleichen Functionen bei gleichartiger Verletzung stets geringfügiger sind und schneller wieder verschwinden.

Viel zahlreicher und umfangreicher und auch viel weniger umstritten als die Exstirpationen sind die Versuchsreihen, bei denen es sich um die Untersuchung der durch elektrische Reizung der Grosshirnrinde hervorgebrachten Bewegungen handelte. Das

ist sehr natürlich. Diese Versuche sind um Vieles leichter anzustellen, sie erfordern bei Weitem weniger Zeit und Mühe und ihre Resultate springen in die Augen und sind an sich vollkommen unzweideutig.

Lange Zeit hatte man die Grosshirnrinde für durchaus unerregbar gehalten, bis es im Jahre 1870 Hitzig und Fritsch gelang, durch elektrische Reizung der vorderen Theile derselben Bewegungen hervorzurufen. Seitdem theilte man das Grosshirn in eine vordere erregbare und in eine hintere unerregbare Hälfte ein. Im Jahre 1888 zeigte Schäfer, dass auch die Hinterhauptlappen der Wirkung des elektrischen Stromes zugänglich seien. Die Hitzig'schen Versuche am Hunde sind vielfach wiederholt worden. In den letzten Jahren haben englische Forscher in systematischer Weise die Hirnrinde der Affen untersucht, und zwar des Macacus sinicus und eines der höchststehenden Affen, des Orang-Utang. Endlich sind auch eine kleine Anzahl von Reizversuchen bei Gelegenheit von Gehirnoperationen an Menschen angestellt worden.

Auf der Figur 70 finden Sie die Ergebnisse Beevor's und Horsley's am Affen. Der Vergleich dieser Zeichnungen mit der Hirnkarte Munk's (Fig. 68 u. 69) zeigt sofort die Uebereinstimmung bis zu einem gewissen Grade. Die Horsley'sche Figur giebt die Stellen intensivster Wirkung bei schwächstem Strom für jede Bewegung an. Die Regionen für das Hinterbein und den Kopf stimmen beim Affen genau überein; die Vorderbein-Region ist nach den Reizversuchen auf das mittlere Drittel beider Centralwindungen beschränkt; die Nackenregion erscheint weiter nach oben gegen die Medianspalte verschoben; von der Munk'schen Stelle der Nackenregion lassen sich nur combinirte Bewegungen des Kopfes und der Augen auslösen und dicht darunter Bewegungen der Augen allein. Bewegungen des Rumpfes erhielten Horsley und Schäfer bei Reizung der in der Medianspalte liegenden Fläche der ersten Stirnwindung, zwischen den Gegenden für die Bewegungen des Kopfes und des Hinterbeins. Die Engländer haben ihre Reizversuche ferner auf die von den motorischen Rindenfeldern ausgehenden Stabkranzfasern und die innere Kapsel erstreckt und hier die Bewegungen in genau der gleichen Reihenfolge von vorn nach hinten, wie sie der Aufeinanderfolge der Reizpunkte auf der Rindenoberfläche entspricht, auslösen können.

Diese Reihenfolge der Reizpunkte bleibt durch den ganzen Verlauf der inneren Kapsel zum Hirnschenkel hin die gleiche; nur der Punkt, der die intensivsten Bewegungen der Zunge ergab, verschob sich in der Weise, dass er weiter oben am weitesten nach vorn sich befand, in tieferen Ebenen dagegen nach der Mitte der inneren Kapsel rückte, sodass er vor die Reizpunkte für die Bewegungen des vorderen Gliedes gelangte. Sie finden auf Fig. 70 auch die Reihenfolge der Reizpunkte für die einzelnen Bewegungen in der inneren Kapsel angegeben.

Bei der Vergleichung der bei verschiedenen Thieren auslösbaren Bewegungen stellte sich eine auffällige Differenzirung im Umfange derselben heraus. Bei den niedriger stehenden Affen liess sich von keinem Punkte der Hirnrinde eine Bewegung eines einzelnen Gliedabschnitts hervorrufen, etwa eines Fingers, oder des Handgelenks allein, sondern stets kam es zu einer Folge von Bewegungen des ganzen Gliedes. Beim Orang-Utang beschränkte sich die Bewegung dagegen häufig auf einen einzelnen Gliedabschnitt, und noch schärfer trat diese Sonderung bei den Versuchen an Menschen hervor.

Es ist hinzuzufügen, dass Munk beim Hunde und beim Affen auch vom vorderen Theil des Stirnlappens aus Bewegungen erhielt, und zwar je nach der Stelle, die er reizte, entweder Inspiration, oder Exspiration, oder Bewegungen der Wirbelsäule.

Die Frage, ob es sich bei den Regionen der vorderen Grosshirnhälfte um motorische oder sensorische Centren handle, scheint mir eine müssige. Diese Rindenfelder sind meines Erachtens insofern sensorischer Natur, als in ihnen die aus der Haut, den Muskeln, den Gelenken und den Nervenkernen stammenden Empfindungen wahrgenommen werden und die aus diesen entstehenden Lage-, Bewegungs- und Tastvorstellungen zum Bewusstsein kommen; sie sind aber eben so gut motorische Centra, indem die in den von ihnen ausgehenden Stabkranzfasern ins Höhlengrau abfliessende Erregung die vorgestellten Bewegungen in die Wirklichkeit umsetzt.

Wahrscheinlich existirt auf der ganzen Grosshirnrinde keine Stelle, die rein motorisch oder rein sensorisch wäre. Denn wie schon erwähnt, haben Schäfer bei Affen und nach ihm Munk und Obregia bei Hunden von der Sehsphäre aus Bewegungen der Augen erzielt. Reizte Munk bei einem nicht mehr narco-

tisirten Hunde auf der einen Seite die Stelle des deutlichsten Sehens A' in der Rinde mit dem elektrischen Strom, so blieben die Augen des Hundes unbewegt, falls derselbe irgend einen Gegenstand fixirte, oder zeigten nur eine ganz geringfügige Zuckung. Sah der Hund aber nirgends aufmerksam hin, so machte das gleichseitige Auge eine Bewegung nach der entgegengesetzten Seite. Reizte Munk dagegen irgend eine andere Stelle der Sehsphäre, so bewegten sich jederzeit die Augen so, dass der der gereizten Stelle zugehörige Netzhautpunkt mit dem gelben Flecke vertauscht wurde. Standen die Elektroden auf dem vorderen Theile der Sehsphäre, so machten die Augen eine conjugirte Bewegung nach unten; bei Reizung des hinteren Theiles blickte der Hund nach oben. Erregung der Sehsphäre nach aussen von A' bewirkte eine Bewegung der Augen nach der entgegengesetzten, Reizung der Sehsphäre nach innen von A' eine solche nach der gereizten Seite. Bei Reizung des vorderen lateralen Endes der Sehsphäre convergirten die Augen gleichzeitig mit der Bewegung nach aussen energisch in dem Falle, dass der Hund nicht fixirte. Die Augen bewegten sich also immer gerade so, als ob statt der Stelle in der Sehsphäre die entsprechende Stelle der Netzhaut durch einen Lichtstrahl getroffen wäre, indem sie sich in die Richtung eines derartigen Strahles einstellten.

Es war nun die Frage zu beantworten, auf welchem Wege diese Bewegung zu Stande kam, ob sie durch Vermittelung des besonderen Centrums für die Bewegungen der Augen im Stirnhirn auf dem Wege der Associationsfaserung ausgelöst wurde, oder ob die gereizte Sehsphärenstelle direct, ohne den Umweg über ein anderes Rindencentrum, mit den Augenmuskelkernen in Verbindung stand. Munk bewies die Richtigkeit der zweiten Annahme dadurch, dass er bei einem Hunde fast die gesammte Balken- und Associationsfasern unter Schonung der Stabkranzfaserung durchschnitt, bei einem anderen Hunde dagegen die ersteren verschonte und die Projectionsfasern durchtrennte. Im ersteren Falle blieben die geschilderten Augenbewegungen erhalten, im zweiten verschwanden sie.

In Uebereinstimmung mit diesen Bewegungen hat Baginski elektrische Reizung der Hörsphäre bei Hunden von Aufrichtung und Einstellung des entgegengesetzten Ohres gefolgt gesehen.

Als Ursache der Augenbewegungen nach Reizung der Sehsphäre haben Schäfer und Ferrier die Entstehung subjectiver Sinnesempfindungen angenommen. Munk führt dieselben auf den früher erwähnten Reflex zurück, welcher vermittelt, dass jede gereizte Stelle der Netzhaut mit der Stelle des deutlichsten Sehens vertauscht wird.

Steiner hat gefunden, dass sowohl bei der Taube, als bei Kaninchen und Hund bei ungefesseltem Kopfe die elektrische Reizung der hinteren Parthien der Grosshirnhemisphären nicht nur associirte Bewegungen der Augen, sondern auch entsprechende Bewegungen des Kopfes herbeiführte, und zwar treten bei der Taube die Kopfbewegungen früher und schon bei schwächeren Strömen ein, als die Augenbewegungen, während bei den beiden anderen Thierarten beiderlei Bewegungen Hand in Hand gehen.

Endlich seien noch die bemerkenswerthen Beobachtungen Malinowski's erwähnt. Dieser Forscher erzeugte bei Hunden künstliche Abscesse unmittelbar unter der Hirnrinde und bewirkte dadurch eine wirkliche Lähmung desjenigen Gliedes, dessen Rindenfeld durch den Abscess in Mitleidenschaft gezogen oder von der Peripherie des Körpers abgetrennt war. Nach Entleerung des Eiterherdes mit Entfernung des dabei in Betracht kommenden Hirnrindenstückes stellte sich die Beweglichkeit des gelähmt gewesenen Gliedes wieder her. Aehnliche Beobachtungen sind auch beim Menschen gemacht worden.

# Litteratur.

Monakow. Experimentelle und pathologisch-anotomische Untersuchungen. Archiv für Psychiatrie, Band 12, 13, 14, 16, 20, 23.

Meynert. Psychiatrie.

France. On the descending degenerations which follows lesions of the gyr. marg. and gyr. forn. in monkeys. Phil. Trans. Vol. 180. B. 1889.

Munk. Grosshirnrinde.

Mauthner. Gehirn und Auge. 1881. Wiesbaden. Bergmann.

Goltz. Ueber die Verrichtungen des Grosshirns. Pflüger's Archiv, Band 13 (1876), 14 (1877). 20 (1879), 26 (1881), 34 (1884), 42 (1888).

Wernicke. Gehirnkrankheiten Band II.

Ferrier. Functions of the brain.

ders. Vorlesungen über Hirnlocalisation.

Luciani u. Sepilli. Die Functionslocalisation auf der Grosshirnrinde. Deutsch von Fränkel. 1886. Leipzig. Denicke.

Loeb. Die Sehstörungen nach Verletzung der Grosshirnrinde. Pflüger's Archiv, Band 34 (1884).

ders. Beiträge zur Physiologie des Grosshirns. Pflüger's Archiv, Band 39 (1886).

Schäfer. Brain, Vol. 11. 1888.

Hitzig. Untersuchungen über das Gehirn. 1874. Berlin. Hirschwald.

Beevor und Horsley. An experimental investigation into the arrangment of the excitable fibres of the internal capsule of the Bonnet monkey (Macacus sinicus). Phil. trans. Vol. 181 (1890) B.

dies. A record of the results obtained by electrical excitation of the so-called motor cortex and internal capsule in an orang-outang (simia satyrus). Phil. trans. Vol. 181 (1890) B.

Obregia. Ueber Augenbewegungen auf Sehsphärenreizung. Du Bois-Reymond's Archiv, 1890.

Baginski. (Von Munk citirt.)

Malinowski. Künstlich erzeugte Hirnabscesse. Centralblatt für die med. Wiss. 1891. No. 10.

## Achter Vortrag.

Meine Herren! Die Frage, ob die einzelnen Gegenden der Grosshirnrinde des Menschen verschiedene Aufgaben zu erfüllen haben, musste im Wesentlichen als entschieden betrachtet werden, sobald es gelang, ein einziges Rindenfeld mit Sicherheit nachzuweisen, welches nur eine Function besitzt und an dessen Unversehrtheit das Vorhandensein dieser Function geknüpft ist. Dieser Nachweis ist, wie ich schon erwähnte, im Jahre 1861 für die Wurzel der linken unteren Stirnwindung geführt worden. Damals machte Broca der französischen Akademie der Wissenschaften die Mittheilung, dass eine bestimmte Art der Aphasie — Aphemie nannte er die Erkrankung — durch die Zerstörung einer bestimmten Stelle des Grosshirns verursacht werde; derjenigen Stelle, die seitdem den Namen des französischen Pathologen trägt.

Es hat lange gedauert, bis die Richtigkeit der Broca'schen Entdeckung allgemein anerkannt wurde. Der Kliniker Trousseau, der entschiedenste Gegner Broca's in dieser Frage, fand eine Reihe anders gearteter Sprachstörungen und warf dieselben mit der von Broca beschriebenen zusammen. Jetzt stimmten die Sectionsbefunde nicht mehr mit den Angaben Broca's überein; daraus zog Trousseau den Schluss, nicht, dass ein anderes klinisches Krankheitsbild vorliege, sondern dass sein Gegner sich in einem Irrthume befinde. Gegenwärtig erscheint diese Streitfrage beseitigt und es wird allgemein als feststehend anerkannt, dass man bei den meisten Menschen, welche während des Lebens an dauernder motorischer Aphasie gelitten haben, bei der Section eine Zerstörung der Broca'schen Windung oder der von ihr ausgehenden Projectionsfaserung findet.

Bei den meisten Menschen, nicht bei allen. Denn es ist möglich, dass die Aphasie kein Herdsymptom, sondern eine Allgemeinerscheinung ist, wenn etwa bei apoplectischem Insulte durch die Stosskraft des in die Gehirnmasse eindringenden Blutes die ganze linke Hemisphäre vorübergehend ausser Thätigkeit gesetzt wird. Diese Art der Aphasie verschwindet bald wieder. Stirbt nun jemand im ersten Stadium der Krankheit vor Rückbildung der allgemeinen Erscheinungen, so findet man trotz der bis zum Tode vorhanden gewesenen motorischen Aphasie bei der Autopsie keine Läsion der Broca'schen Stelle. Ausserdem ist noch eine andere Thatsache in Betracht zu ziehen. Bei den meisten Menschen werden die Sprachbewegungsvorstellungen nur in der linken Hemisphäre gebildet, ebenso wie diese, und damit die rechte Körperhälfte, auch sonst für alle feineren Bewegungen beim Schreiben, Nähen, Zeichnen u. s. w. vorzugsweise eingeübt wird. Beim Linkshänder verhält es sich mit diesen Dingen umgekehrt. Deshalb findet man bei diesem den Herd, welcher die motorische Aphasie veranlasst hat, nicht in der linken, sondern in der rechten unteren Stirnwindung, während die Zerstörung der Broca'schen Windung links bei ihm keine bemerkenswerthen Folgeerscheinungen nach sich zieht. Hier handelt es sich also um eine jener Ausnahmen, welche die Regel bestätigen und ergänzen. Eine dritte Art, auf welche, ohne Verletzung der Broca-schen Stelle selbst oder ihres Stabkranzes, motorische Aphasie möglicherweise entsteht, habe ich später zu erwähnen.

Man hat sich viel Mühe um eine Definition des Wortes „Aphasie" gegeben. Jeder Versuch einer Worterklärung von physiologischen Grundsätzen aus schliesst gewisse Arten von Sprachstörungen aus, welche bei dem wachsenden Reichthum an klinischen Beobachtungen nach und nach dazugeschlagen sind, und reisst eng zusammengehörige Krankheitsbilder auseinander. Ich werde alle diejenigen Sprachstörungen unter dem Namen der Aphasie begreifen, deren anatomischer Sitz in umschriebenen Bezirken der Grosshirnrinde, den Associationsfasern oder den das erste Glied des Meynert'schen Projectionssystems bildenden Stabkranzfasern zu finden oder zu vermuthen ist; der Begriff ist damit so weit wie irgend möglich gefasst. Alle durch Erkrankung der subcorticalen grauen Massen, insbesondere des Höhlengraus hervorgerufenen Krankheitserscheinungen bleiben aus der Gruppe

der aphatischen Störungen ausgeschlossen; ebenso die auf Allgemeinerkrankungen des Gehirns beruhenden Sprachstörungen.

---

Gelegentlich der physiologischen Untersuchung im fünften Vortrage habe ich bereits erörtert, dass das Klangerinnerungsbild eines jeden gehörten Wortes in dem akustischen Rindenfelde der Hemisphäre zu Stande kommt. Ich führte damals aus, dass dieses Klangerinnerungsbild aus einer bestimmten Gruppe von Associationen besteht, die den Verhältnissen entsprechen, in welchen die einzelnen Bestandtheile des Wortes zu einander stehen, dass dagegen die absolute Höhe der Töne für das Wiedererkennen eines Wortes von geringfügiger Bedeutung ist. Das Rindenfeld, um welches es sich handelt, ist wahrscheinlich die convexe Fläche des Schläfelappens, dieselbe Gegend, die Munk bei Hunden und Affen als Hörsphäre angesprochen hat. Ueber die genauere Begrenzung dieses Rindenfeldes nach hinten und medianwärts, sowie über eine etwa vorhandene Ausdehnung desselben auf die Inselrinde lassen sich zuverlässige Angaben nicht machen. Wenn meine früheren Ausführungen richtig sind, so giebt es nicht für ein einzelnes Wort eine bestimmte Zelle oder Zellgruppe, in welcher das Erinnerungsbild desselben niedergelegt ist, und eben so wenig ist an ein besonderes Rindenfeld zu denken, welches ausschliesslich als Centrum für die Klangbilder der Wörter bestimmt und von dem Centrum für alle anderen Gehörswahrnehmungen verschieden wäre; vielmehr handelt es sich bei jedem Worte um eine Gruppe von Associationen innerhalb des gesammten akustischen Feldes, welche ihre einzelnen Fäden vielleicht über die ganze Ausdehnung des Feldes hin erstreckt. Die besondere psychische Eigenthümlichkeit der Sprachklänge wird nur durch die gewaltige Anzahl der associativen Verbindungen verursacht, welche die den einzelnen Worten entsprechenden Associationsgruppen mit einander und mit den Einzelerinnerungsbildern der Dinge in allen Sinnesgebieten besitzen. Dasselbe Wort kann je nachdem als einfache akustische Wahrnehmung oder als Sprachwahrnehmung wirken: eine im Nebenzimmer ausgesprochene Aeusserung kann entweder durch die Anknüpfung der Association an ihren Inhalt als Sprachklang wirken, oder sie kann in der allereinfachsten Weise des Schemas den Schluss

auf die Anwesenheit eines Menschen in den Vordergrund des Bewusstseins ziehen, gerade wie in unserem früheren Beispiele aus dem Bellen des Hundes auf das Gesichtsbild desselben geschlossen wurde. Es wäre meines Erachtens ungereimt, in der Rinde einen verschiedenen Ausgangspunkt für die anschliessende Association in beiden Fällen annehmen zu wollen. Nur dadurch unterscheiden sich die Erinnerungsbilder der Wörter von anderen akustischen Erinnerungsbildern, Geräuschen und vielleicht einfachen Tonverbindungen, dass die ersteren nur in der linken (bei Linkshändern nur in der rechten) Grosshirnhemisphäre associirt werden.

Ausser als Erinnerung seines Klanges ist ein jedes Wort, insoweit als es nachgesprochen wurde, noch in einer zweiten Form im Grosshirn vorhanden, nämlich als Sprachbewegungsvorstellung, und als solche aus den Empfindungen, die wir beim Aussprechen des Wortes haben, also den Innervationsempfindungen der beim Sprechen betheiligten Muskeln des Gaumens, der Zunge und der Lippen und den Haut-, Schleimhaut- und Muskelempfindungen der bewegten Theile zusammengesetzt. Die Sprachbewegungsvorstellungen haben ihren Sitz in der Broca'schen Windung. Klangbild und Sprachbewegungsvorstellung mit der sie verbindenden Associationsbahn bilden zusammen den Wortbegriff eines jeden Wortes. Für jeden benannten äusseren Gegenstand giebt es also zwei Gruppen von Associationen in der Hirnrinde: einmal die Summe der Einzelerinnerungsbilder, die der Gegenstand selbst in uns erregt hat, und die den concreten oder Objectbegriff des Gegenstandes darstellen; und sodann die eben geschilderte Associationsgruppe des Wortbegriffs. Nur der Objectbegriff hat einen unmittelbaren psychischen Werth; der Wortbegriff erhält seinen Werth erst durch die Beziehung auf den Objectbegriff, bei abstracten Dingen sogar erst durch die mittelbare Beziehung mit Hilfe der Association mit einer mehr oder minder langen Reihe anderer Wortbegriffe.

An den Wortbegriff schliesst sich im Laufe der Erziehung eine anderweitige Associationsreihe an, welche beim Erlernen des Lesens und Schreibens entsteht. Ich habe auf die Schrifterinnerungsbilder später des Genaueren einzugehen; ich will hier nur erwähnen, dass von den Franzosen, insbesondere von Charcot, die von ihnen angenommenen besonderen Centra der Schrift-

und Schreibebilder den eigentlichen Sprachcentren gleichwerthig geschätzt werden, sodass jene die Menschen, je nachdem dieselben sich für die Sprache und das Denken mehr der einen oder der anderen Art der Vorstellungen bedienen, in verschiedene Klassen getheilt haben. Das scheint mir eine Ueberschätzung der Schriftsprache zu sein. Dass einzelne Menschen im Gegensatze zur grossen Mehrzahl beim Auswendiglernen und überhaupt bei der Erinnerung an ein Schriftstück sich mehr der Associationsreihe der gesehenen Worte bedienen, als derjenigen der gehörten, ist keineswegs zu bestreiten. Für das Sprechen und begriffliche Denken selbst ist beim vollsinnigen Menschen der eigentliche Wortbegriff wesentlich; nur durch seine Vermittelung erhält das Schrifterinnerungsbild seinen psychischen Werth. Auf die geringfügigen Ausnahmen dieses Gesetzes komme ich später zu sprechen.

Es wird ziemlich allgemein angenommen, dass der von der Broca'schen Form der Aphasie Befallene die Sprachbewegungs-Vorstellungen verloren habe, wenn der krankhafte Herd in der Broca'schen Windung selbst sitzt. Der Kranke versteht daher Alles, was man zu ihm sagt; er weiss Alles, was er selber sagen will, aber er ist nicht im Stande, die Bewegungen seiner Sprachmuskeln so zu coordiniren, dass die gewollten Worte herauskommen. Die übrigen willkürlichen Bewegungen der zum Sprechen erforderlichen Muskeln, die einfachen Bewegungen der Zunge, die Bewegungen beim Kauen, Schlingen, Pfeifen u. s. w. sind dabei vollkommen erhalten. Das Rindencentrum für diese Bewegungen sucht man gegenwärtig vielfach dicht über und hinter der Broca'schen Windung, in dem unteren Drittel beider Centralwindungen, derjenigen Region, welche Munk beim Hunde und Affen als Fühlsphäre des Kopfes bezeichnet.

Der Streit, ob man die hier in Frage kommenden Rindenfelder als motorische oder sensorische Centren anzusehen habe, ist wie von den Physiologen, so auch von den Pathologen geführt worden. Ross bezeichnet die motorische Aphasie geradezu als eine Lähmung. Ich habe früher bereits über das Thatsächliche der Meinungsunterschiede gesprochen; es handelt sich im Wesentlichen nur um einen Streit um Worte, über den ich an dieser Stelle hinweggehen kann.

Drei weitere Formen der Aphasie sind im Jahre 1874 von Wernicke beschrieben worden. Sitzt der krankhafte Process in

der ersten und dem oberen Theile der zweiten Schläfewindung links, so kommt es zu sensorischer Aphasie. Hier sind die Klangbilder der Wörter ausgefallen. Die Patienten verstehen nicht, was man zu ihnen sagt, obwohl sie nachweislich gut hören. Sie können alle Wörter sprechen und sprechen fliessend, aber sie verwechseln die Wörter beim Sprechen, oder sie sprechen im schwersten Falle Lautverbindungen ohne jeden Sinn, sodass es sich anhört, als sprächen sie eine fremde Sprache. Die beiden Hauptsymptome der Wernicke'schen sensorischen Aphasie sind also Worttaubheit und Paraphasie. Andere Kranke verstehen Alles, was man zu ihnen sagt, und können auch sprechen, aber sie verwechseln beim Sprechen Wörter miteinander, sie leiden an reiner Paraphasie und können ihre Fehler nicht verhindern, obwohl sie ihnen zum Bewusstsein kommen. Als Ursache dieser Form der Sprachstörung vermuthete Wernicke eine Unterbrechung in der leitenden Verbindung zwischen dem sensorischen und dem motorischen Sprachcentrum in der Gegend der Insel; er bezeichnete dieselbe als Leitungsaphasie. Ist endlich die ganze, der Sprache dienende Gegend der Grosshirnrinde untergegangen, so ist sowohl das Sprachverständniss, als die active Sprache verloren, und es besteht totale Aphasie.

Seitdem ist eine ganze Reihe von Schematen aufgestellt worden, um die erwähnten und andere Arten der Aphasie dem Verständniss leichter zugänglich zu machen, so von Kussmaul, von Lichtheim, von Grashey, von Charcot und von zahlreichen anderen. Ich will meine weiteren Ausführungen an das von Wernicke aufgenommene Lichtheim'sche Schema anknüpfen. a (Fig. 74) ist das akustische Sprachcentrum, der Sitz der Klangbilder, b das motorische, der Sitz der Sprachbewegungsvorstellungen, s a ist die zuleitende Projectionsbahn des Gehörs, b m die ableitende Bahn, welche von dem Centrum der Sprachbewegungsvorstellungen zu den Kernen der Sprachmuskeln im verlängerten Mark führt. Mit Hilfe der Bahn a b wird mechanisch nachgesprochen; sie ist die Bahn, auf welcher das Kind sprechen lernt. Um das Gehörte zu verstehen, ist eine Bahn a C nöthig, welche zum Centrum der Begriffe führt. Es ist dabei hervorzuheben, dass Wernicke ein besonderes Begriffscentrum nicht annimmt, sondern unter C die gesammte Grosshirnrinde versteht. Es fallen daher a und b mit in den Bereich des

Centrums C und sind Theile desselben. Die Bahn a C stellt schematisch die Verbindung des sensorischen Sprachcentrums mit allen möglichen Theilen der übrigen Grosshirnrinde dar. Endlich nimmt Wernicke an, dass eine besondere Bahn C b, vom Begriffscentrum zum motorischen Sprachcentrum, das willkürliche Sprechen vermittle. Die Linie C b fasst schematisch sämmtliche Faserzüge in sich zusammen, welche b mit allen anderen Rindenfeldern verbinden. Streng genommen ist daher die Bahn a b ein Theil sowohl von a C, als von C b. Störungen innerhalb der Bahnen s a und b m werden als subcorticale, solche in den Centren a und b (und natürlich auch in C) als corticale, endlich solche in den Associationen a b, a C und C a, insofern die Associationsfasern von der Peripherie aus jenseits der Rindenendigungen der Projectionsfasern liegen, als transcorticale bezeichnet. Die Bezeichnung „intercortical“ hätte vielleicht zu weniger Missdeutungen Anlass gegeben. Die Zerstörung von a würde sensorische, die von b motorische, die Unterbrechung der Bahn a b Leitungsaphasie zur Folge haben.

---

Ich will den Versuch machen, diese Centren und Bahnen in einen möglichst wenig schematisirten Plan des Gehirns einzutragen, also die physiologischen Linien des Schemas durch die anatomisch nachweisbaren grossen Faserzüge in der Markmasse des Grosshirns zu ersetzen. Eine solche Uebertragung hat den Vortheil, dass der Anschein eines besonderen Begriffscentrums verschwindet, dass das Begriffscentrum sich als das, was es wirklich ist, nämlich als die ganze Grosshirnrinde darstellt. Ausserdem kann man bei einer derartigen Betrachtung wenigstens annäherungsweise beurtheilen, an welchen Stellen einzelne Bahnen isolirt oder gemeinschaftlich unterbrochen werden können, und welche Nebenverletzungen in Folge der Zerstörung eines bestimmten Centrums oder einer bestimmten Bahn mit mehr minder grosser Sicherheit erwartet werden dürfen. Ich habe Ihnen hier (Fig. 75) einen idealisirten Sagittalschnitt durch das Gehirn seitlich von der Mittellinie gezeichnet, welcher vorn etwa durch die ganze Länge der vorderen Centralwindung gelegt zu denken ist. Die verschiedenen Rindenfelder sind in die Schnittebene von den Seiten her zusammengeschoben. Die eingebogene

Stelle stellt die Rinde der Insel dar, vor ihr liegt die Broca'sche Windung, entsprechend dem Centrum b, hinter ihr der Schläfelappen mit dem Centrum a. Die grosse graue Masse inmitten des Grosshirnschnitts ist der von der Seite her angeschnittene Linsenkern; rings um denselben herum ist der Durchschnitt vom Fusse des Stabkranzes (c i) angedeutet, dessen Fasern sich, wie Sie wissen, rings am Rande des Linsenkerns zwischen diesem und dem hinter der Schnittebene gelegenen Schwanzkern in die innere Kapsel einsenken.

Bevor wir aber an die Untersuchung selbst herangehen können, ist eine Vorfrage zu beantworten, nämlich die Frage, ob wir überhaupt berechtigt sind, die transcorticalen Bahnen, also die ausgeschliffenen associativen Verbindungen zwischen den verschiedenen Rindenfeldern mit den anatomisch bekannten, in der Markmasse verlaufenden langen Faserzügen zu identificiren. Die Meynert'sche Annahme, die allen meinen bisherigen Ausführungen zu Grunde lag, dass die in der Rinde selbst liegenden Nervenfasern nur die unmittelbar benachbarten Theilchen der Rinde mit einander zu verbinden hätten, während entfernter von einander gelegene Rindenstellen durch die unterhalb der Rinde liegenden Associationsfasern functionell verknüpft würden, und dass alle diese Fasern zur Bildung von Associationen dienten, ist bisher von all denen, welche die Meynert'sche Theorie über die Function des Grosshirns acceptirt haben, beibehalten worden. Man kann aber a priori eben so gut eine andere Meinung vertreten und annehmen, dass die langen Faserzüge im Mark mit der Leistung, die bewussten Erregungen der verschiedenen Rindenfelder mit einander zu associiren, nichts zu thun haben, dass sie vielleicht eine präformirte Bahn darstellen, etwa um die Bewegungen des Körpers ohne bewusste Thätigkeit nach den Eindrücken der Sinnesorgane zu reguliren, oder dass sie sonst einem, bisher noch unbekannten Zwecke dienen; dass dagegen die bewusste Verknüpfung der Eindrücke, welche in den Rindenfeldern für die verschiedenen Sinne zu Stande kommen, ausschliesslich durch die innerhalb der Rinde selbst verlaufenden Fasern vermittelt wird, welche die Rinde überall durchziehen und im Vicq d'Azyr'schen Streifen und der Tangentialfaserung besonders entwickelt erscheinen. In diesem Falle würde die Erregung in der Rinde von Station zu Station in lauter ganz kurzen Faserstrecken verlaufen

müssen; denn längere Fasern, die ihren Weg nur innerhalb der Rinde fänden, kommen nicht vor; weder lassen sie sich anatomisch nachweisen, noch sind Degenerationen von Fasern in selbst nur geringer Entfernung von umschriebenen Erweichungsherden der Rinde in dieser selbst beobachtet worden. Eine derartige Annahme scheint durch die Thatsache unterstützt zu werden, dass man selbst bei ausgedehnteren Zerstörungen in der Markmasse häufig keine nachweisbaren intellectuellen Veränderungen findet. Auf der anderen Seite würde sich daraus, dass die kurzen Fasern der Rinde gleichmässig nach allen Richtungen sich ausbreiten und nirgends eine bevorzugte Verlaufsrichtung zeigen, die Möglichkeit einer vollständigen Ausgleichung einer Unterbrechung in der nächsten Verbindung entfernter Rindencentren ergeben; die Erregung könnte in der nach allen Seiten hin gleichartig aufgebauten Rinde in jeder beliebigen Weise verlaufen. In diesem Falle wäre die Möglichkeit, eine transcorticale Störung auf die Unterbrechung eines anatomisch nachweisbaren Faserzuges zu beziehen, auf unbestimmte Zeit vertagt. Indessen lässt sich meiner Meinung nach der Nachweis führen, dass die Meynert'sche Annahme richtig ist, und dass die Association der Erregungen in verschiedenen Sinnesfeldern thatsächlich durch die langen Bahnen der grossen Markmasse vermittelt wird. Ich will diesen Nachweis an einem einfachen und markanten Beispiel zu führen versuchen.

Ich setze den Fall, dass bei einer Gesichtsfeldaufnahme ein blaues Stück Papier von links her in das Gesichtsfeld des zu Untersuchenden hineingebracht wird. Die äusserste Zone der Netzhaut ist unter normalen Verhältnissen farbenblind. Sobald das Bild des Objects aber einen bestimmten Breitengrad der Netzhaut, der beim Gesunden noch weit von der Stelle des deutlichsten Sehens entfernt ist, überschritten hat, giebt der Untersuchte mit grösster Sicherheit den Namen der Farbe an. Der gelbe Fleck ist wahrscheinlich mit beiden Hemisphären durch Projectionsfasern verbunden; ein Gesichtsbild jedoch, welches in der Peripherie der Netzhaut zu Stande kommt, findet seine Rindenvertretung nachweislich nur in einer Hemisphäre. In unserem Falle entsteht die Farbenwahrnehmung „blau“ allein im Hinterhauptlappen der rechten Hemisphäre (R O Fig. 76). Die Association der Farbenwahrnehmung mit dem in der Umgebung der Insel in der linken

Hemisphäre localisirten Wortbegriff „blau“ kann nicht durchweg durch Rindenfasern bewirkt werden, da die Rinde der einen Hemisphäre nirgends continuirlich in die der anderen übergeht. Es wäre möglich, dass durch Balkenfasern (4 Fig. 76) die der Wahrnehmung „blau“ entsprechende Erregung von Zellen des rechten Hinterhauptlappens auf solche des linken (L O) übertragen würde, derart dass zu einander gehörige und gleichartig abgestimmte Zellen beider Seiten mit einander schwingen würden, und dass dann die Erregung aus dem linken Hinterhauptlappen durch die Stationen der Rindenfasern (1′) in den Schläfelappen hinabliefe. Diese Annahme ist deshalb auszuschliessen, weil die Ausschaltung des linken Hinterhauptlappens durch eine Erweichung die Benennnng der in der rechten Hemisphäre entstehenden Gesichtswahrnehmungen nicht hindert. Man könnte ferner annehmen, dass der Erregungszustand aus dem rechten Hinterhauptlappen durch Rindenfasern (1) in den rechten Schläfelappen (R T) gelangte und hier einen Zellcomplex erregte, welcher mit den entsprechenden durch ihre Thätigkeit den Wortbegriff „blau“ bildenden Zellen der linken Seite durch Balkenfasern (3) verbunden ist. Abgesehen davon, dass diese Annahme schon in der rechten Hemisphäre einen Wortbegriff, wenn auch nur im latenten Zustande, zur Voraussetzung hat, wird dieselbe dadurch hinfällig, dass die Zerstörung des rechten Schläfelappens die Fähigkeit, die im rechten Hinterhauptlappen zu Stande kommende Farbenwahrnehmung zu benennen, ebenfalls nicht aufhebt. Somit bleibt nur noch die eine Annahme übrig, dass die Erregung aus dem rechten Hinterhauptlappen zum Sprachcentrum in den linken Schläfelappen durch einen eigenen Faserzug (5) geleitet wird, welcher, durch die grosse Markmasse verlaufend, beide Hirntheile unmittelbar mit einander verbindet. Diese Bahn zieht rechts im forceps nach vorn, geht durch den Balkenwulst nach links hinüber und läuft hier im tapetum in den Schläfelappen hinab.

Wird dem perimetrisch Untersuchten das blaue Stück Papier von rechts her in das Gesichtsfeld gebracht, so entsteht die Gesichtswahrnehmung ausschliesslich im linken Hinterhauptlappen. Ob die Benennung derselben in diesem Falle mit Hilfe einer langen in der Markmasse verlaufenden Bahn (2), oder der kurzen Fasern der Rinde (1′) erfolgt, lässt sich auf Grund unserer gegen-

wärtigen Kenntnisse nicht entscheiden. (Die Bahn 2 ist in Fig. 76 irrthümlicher Weise auf der rechten, statt auf der linken Seite gezeichnet worden.) Ich halte es indessen nicht für zulässig, für genau den gleichen Vorgang in beiden Hemisphären eine anatomisch und physiologisch gänzlich verschiedene Grundlage anzunehmen, so lange nicht zwingende Gründe eine solche Annahme für die Erklärung der Thatsachen unumgänglich machen — und selbst dann nur mit Vorbehalt. Die Bahn, die in der linken Hemisphäre in Betracht kommt, ist der mächtige Faserzug des unteren Längsbündels, welches Hinterhaupt- und Schläfelappen mit einander verbindet. Beiläufig sei erwähnt, dass die Nervenfasern der Forceps-tapetumbahn und des unteren Längsbündels sich Farbstoffen gegenüber ganz gleichartig verhalten und sich von anders gearteten Nervenfasern, insbesondere von den eigenen Fasern der Rinde scharf unterscheiden.

Steht aber die Thatsache fest, dass zwei verschiedene Rindencentren mit einander durch ihre in der Markmasse verlaufende anatomische Verbindungsbahn auch functionell in Bezug auf die Association ihrer zum Bewusstsein kommenden Erregungen verknüpft werden, so sind wir berechtigt anzunehmen, dass Zerstörung dieser anatomischen Bahn auch die functionelle Verbindung der Rindenfelder aufhebt, und wir dürfen umgekehrt aus klinisch beobachteten Störungen in der Leitung zwischen zwei Rindenfeldern auf krankhafte Processe in ihrer anatomischen Verbindungsbahn schliessen.

---

Bei der Beurtheilung psychischer Störungen vom Standpunkte der Localisation aus muss man zwei Dinge scharf auseinanderhalten. Ein Rindenfeld oder eine Leitungsbahn kann in ihrer Function vollständig vernichtet sein, sei es durch vollkommene Zerstörung, sei es durch schwere Beeinträchtigung seitens eines krankhaften Processes; auf der anderen Seite liegt die Möglichkeit vor, dass es sich nur um eine Herabsetzung, nicht um ein vollkommenes Aufhören der Function handelt. Die Herabsetzung der Function kann wiederum entweder durch Zerstörung oder schwere Schädigung eines Theils des Centrums unter Schonung des Restes bewirkt werden, oder es kann sich darum handeln, dass ein das ganze Centrum treffender Krankheitsprocess nicht intensiv genug ist, die Function desselben vollständig aufzuheben.

Alle diese Verhältnisse werden im einzelnen Falle geprüft werden müssen.

Man hat die Frage aufgeworfen, ob es denn überhaupt gestattet sei, einen Unterschied zwischen Centrum und Leitungsbahn zu machen, ob nicht vielmehr die Zerstörung eines Centrums der Unterbrechung aller der von ihm ausgehenden Leitungsbahnen gleichzusetzen sei. Ich bin im Gegensatz zu Freud der Ansicht, dass eine solche Unterscheidung durchaus berechtigt ist, trotzdem meiner Meinung nach ein Centrum nichts anderes ist, als die Summe der in ihm enthaltenen Ganglienzellen mit ihren leitenden Fortsätzen, und die Unterbrechung einer Leitungsbahn mit der Zerstörung eines bestimmten Theils des Centrums, von dem sie ausgeht, nämlich aller der Ganglienzellen, denen die Nervenfasern der Bahn angehören, gleichwerthig wäre. Aber ein Centrum ist nicht blos der Knotenpunkt der von ihm ausgehenden Bahnen, die dasselbe mit anderen Rindenfeldern verbinden, sondern es enthält eine unendliche Menge kurzer Nervenfasern, welche die psychische Arbeit innerhalb der einzelnen Sinnesregion leisten, und die sich nirgends in eine „Bahn“ zusammengefasst finden und ohne gleichzeitige Betheiligung der langen, von dem betreffenden Centrum ausgehenden Faserzüge nicht geschädigt werden können. Im Gegensatz dazu können die einzelnen „Leitungsbahnen“ ganz gut erkranken, ohne dass die verhältnissmässig elementare Thätigkeit im einzelnen Centrum vernichtet wird.

Wird die Bahn s a (1 Fig. 75) unterbrochen, so entsteht subcorticale sensorische Aphasie. s a ist die Bahn, welche die Sprachklänge vom Ohr zum Sitze der Klangbilder leitet. Nach ihrer Ausschaltung wird zwar noch gehört, aber kein Wort mehr verstanden. In Folge dessen kann auch nicht nach Dictat geschrieben und nicht nachgesprochen werden. Die Kranken unterscheiden sich von solchen, welche aus peripheren Gründen, etwa in Folge eines Ohrenleidens taub sind, dadurch, dass sie noch Töne hören und für Geräusche ein ausserordentlich feines Gehör haben können. In der Intelligenz, beim willkürlichen Sprechen, beim Lesen und Schreiben sind, abgesehen von dem Ausfall des nach Dictat Schreibens, keine Störungen nachweisbar.

Der Verlauf des Hörnerven ist nur bis zu seinem Eintritt in das Höhlengrau im verlängerten Mark bekannt. Weiter oben muss die akustische Projectionsbahn im Stabkranz des Schläfe-

lappens enthalten sein. Das Zwischenstück der Bahn ist bis jetzt nicht aufgedeckt. Man könnte sich vorstellen, dass die Gehörsbahn (1' Fig. 75) im Schläfelappen in einem Rindenfelde (Kl) endigt, in welchem nur Töne wahrgenommen werden, und dass von diesem eine zweite, also schon eine transcorticale Bahn (12) ausgeht und bis zu einem zweiten Rindenfelde (Ac) verläuft, in welchem die Verhältnisse der Töne zu einander zum Bewusstsein kommen. Ich habe früher ausgeführt, dass erst durch die Association der Tonverhältnisse das Klangbild entsteht. In diesem Falle würde die Unterbrechung der Bahn 12, also eigentlich schon eine transcorticale Störung, subcorticale sensorische Aphasie bewirken. Eine solche Erkrankung dürfte isolirt, ohne anderweitige begleitende Störungen niemals vorkommen, weil die beiden Felder im Schläfelappen sehr nahe an einander liegen und die sie verbindenden Fasern daher in der Rinde selber oder unmittelbar unter derselben verlaufen müssten. Man könnte ferner annehmen, dass die Dissociation der Töne und ihrer Verhältnisse im Klangbilde schon unterhalb der Rinde, vielleicht schon im inneren Ohr geschieht, und dass eine besondere Bahn (1) die Wahrnehmung der Tonverhältnisse ermöglicht. Zum Verstehen der Sprache würden dann beide Bahnen, die für die Töne (1') und die für die Tonverhältnisse (1) und ausserdem die Associationsbahn beider Felder (12) nothwendig sein, da wir stumme Tonverhältnisse ohne die Töne selbst uns nicht als wahrnehmbar vorstellen können. Eine Unterbrechung der Bahn 1 könnte dann die in Frage kommenden Erscheinungen bewirken. Auch hierbei wäre es immerhin auffällig, dass zwei Bahnen, welche aus demselben peripheren Organ stammen und in der Hirnrinde in nächster Nachbarschaft endigen, sich im Stabkranz so weit von einander entfernen sollten, um isolirt unterbrochen werden zu können. Auf die Annahme, dass ein besonderes Erinnerungsfeld für gehörte Wörter bestehe, welches mit dem Wahrnehmungsfeld für Töne durch eine Bahn verbunden sei, und dass die Unterbrechung dieser Bahn unser Krankheitsbild hervorrufe, brauche ich nach dem früher Gesagten nicht näher einzugehen.

Ich glaube in Uebereinstimmung mit Lichtheim, dass man nicht nöthig hat, für die Erklärung der Thatsachen besondere Rindenfelder und Bahnen für die Töne und die Tonverhältnisse, welche ja an sich vorhanden sein mögen, in Betracht zu ziehen,

sondern dass man ohne alle verwickelten Hypothesen auskommt. Es ist anzunehmen, dass, im Gegensatz zu dem Verhalten beim Hunde, beim Menschen jeder Schläfelappen mit beiden Ohren in leitender Verbindung steht. (Fig. 77.) Denn es ist meines Wissens noch niemals beobachtet worden, dass jemand nach Zerstörung eines Schläfelappens auf dem entgegengesetzten Ohre vollkommen taub geworden wäre. Insbesondere muss der linke Schläfelappen mit beiden Ohren verbunden sein, da wir auch Wörter verstehen, welche wir nur mit dem rechten Ohre hören, während doch die Klangbilder der Wörter nur im linken Schläfelappen gebildet werden. Man muss daher für die Hörnerven, gerade wie die Sehnerven eine theilweise Kreuzung annehmen. Die Verbindung jedes Acusticus mit beiden Hälften der aufwärts strebenden Projectionsfaserung findet wahrscheinlich im Höhlengrau statt. Die einfachen Associationen der Töne, die Geräusche, bei manchen Menschen vielleicht auch die Melodien werden in jedem Schläfelappen zu Klangbildern verarbeitet, die Klangbilder der Wörter dagegen werden ausschliesslich im linken Schläfelappen (T s Fig. 77) gebildet; zum mindesten finden sie nur hier ihre Associationen unter einander und mit den Erinnerungsbildern der anderen Sinnesfelder, denen sie ihren psychischen Werth, ihren Werth als Grundlage der Sprache verdanken.

Wird durch einen krankhaften Process die Leitung in der Projectionsbahn zum linken Schläfelappen an einer Stelle unterbrochen, an welcher die Antheile der Bahn aus beiden Ohren sich schon mit einander vereinigt haben (a Fig. 74), so wird in der Wahrnehmung und dem Verständniss der Töne und einfachen Geräusche, sowie bei manchen Menschen in dem Erkennen der Melodien von beiden Ohren aus eine Störung nicht eintreten, weil beide Hörnerven mit dem rechten Schläfelappen (T d) noch in leitender Verbindung stehen; es werden aber Worte zwar gehört, doch nicht mehr verstanden werden. Der geringe Grad der Aufmerksamkeit gegenüber Gehörseindrücken aller Art, welchen man bei Kranken mit subcorticaler sensorischer Aphasie beobachtet hat, ist wohl darauf zu beziehen, dass wir für alle Gehörseindrücke die Associationen vom rechten Schläfelappen aus weniger einüben und ausschleifen, als vom linken, und in Folge dessen unsere Aufmerksamkeit überhaupt nicht auf dieses Rindenfeld concentriren können. Ueber den Grund der Bevorzugung

einer Hemisphäre bei den inneren Sprachvorgängen sowohl beim Hören wie beim Sprechen lässt sich kaum eine Vermuthung aufstellen. Vielleicht handelt es sich nur um eine Ersparniss an Arbeit; da für die Vorgänge beim Hören und Sprechen der bilateral-symmetrische Aufbau des Körpers gleichgültig ist, genügte es, die gewaltige Arbeit beim Erlernen der Sprache, in der unsere geistige Entwickelung im Wesentlichen besteht, nur auf einer Seite vorzunehmen. Dass dies meist in der linken Hemisphäre geschieht, hängt möglicherweise mit besseren Ernährungsbedingungen in Folge der Linkslage des Herzens zusammen.

Eine isolirte Unterbrechung des Stabkranzes aus dem linken Schläfelappen kann, ohne dass mit Nothwendigkeit andere wesentliche Störungen eintreten, beim Austritt dieser Bahn aus der inneren Kapsel zwischen dem hintersten Stück des unteren Randes vom Linsenkern und dem unteren Ende vom Schwanze des geschwänzten Kerns vorhanden sein (vergl. Fig. 42 T und c r t auf den Frontalschnitten 50, 51). Bei isolirter subcorticaler sensorischer Aphasie ist daher in erster Linie eine Störung an dieser Stelle zu vermuthen. Sectionsbefunde existiren bis jetzt nicht.

Will man annehmen, dass die Verbindung vom rechten Ohr zum linken Schläfelappen durch den Balken geht, so muss man die wahrscheinliche Läsionsstelle im Stabkranz etwas weiter nach unten und aussen rücken, dorthin wo an der lateralen Unterhornwand Stabkranz des Schläfelappens und tapetum neben einander liegen.

Von mehreren Seiten ist in neuerer Zeit betont worden, dass es sich bei dieser Form der Aphasie um eine functionelle Erkrankung des Klangfeldes selbst handle, derart dass gerade die Reiz aufnehmenden Elemente besonders geschädigt würden, während die übrige Thätigkeit des Feldes unversehrt bliebe, oder dass eine Functionsherabsetzung beider Schläfelappen die Ursache der Erkrankung sei. Darüber lässt sich gegenwärtig etwas Sicheres nicht aussagen.

Eine Unterbrechung der Bahn m b des Schemas (5 Fig. 75) bewirkt subcorticale motorische Aphasie. Hierbei kann nicht gesprochen werden, weil der Innervationsvorgang, welcher von dem Rindencentrum der Sprachbewegungsvorstellungen, also der Broca'schen Windung ausgeht, in Folge der Leitungsstörung nicht bis zu den Kernen der Sprachmuskeln im Höhlengrau des

verlängerten Marks gelangen kann. Eben so wenig kann nachgesprochen oder laut gelesen werden. Alle anderen Functionen, Intelligenz, Sprach- und Schreibverständniss, Schreiben sind ungestört. Es ist hier eine ähnliche Ueberlegung, wie bei der vorher betrachteten Form der Aphasie anzustellen. Wir haben uns mit der Frage zu beschäftigen, ob es eine eigene Sprachbahn giebt, vermittelst deren die Sprachbewegungsvorstellungen die Muskelkerne in Thätigkeit versetzen, oder ob diese Bahn mit der allgemeinen Bahn identisch ist, auf welcher von den Rindencentren des Hypoglossus, Glossopharyngeus und Mundfacialis aus die Innervation für alle Bewegungen der zum Sprechen dienenden Muskeln den Kernen derselben im Höhlengrau zufliesst.

Sieht man vom lauten, für Andere verständlichen Sprechen ab, bei dem Athem- und Kehlkopfmuskeln zur Stimmbildung in Thätigkeit treten, so fällt dem Kehlkopf beim Sprechen nur eine geringfügige Aufgabe zu. In der deutschen Sprache bedürfen wir desselben nur für die Bildung des h; die Franzosen gebrauchen ihn gar nicht; dagegen dürfte seine Thätigkeit bei den Arabern nicht so unwesentlich sein.

Wernicke nahm früher, noch in seiner Veröffentlichung vom Jahre 1884 eine eigene Bahn für den Gebrauch der Sprachbewegungsvorstellungen an, und vermuthete, dass diese Sprachbahn einen besonderen Weg einschlägt, nämlich aus der Broca'schen Windung in der Oberspalte der Insel nach hinten läuft, also dort, wo die tiefsten Fasern des oberen Längsbündels sich befinden, und in der Gegend des unteren Scheitelläppchens, also am hinteren Ende der Sylvi'schen Spalte angelangt, medianwärts umbiegt, um in den hinteren Theil der inneren Kapsel einzutreten. Wernicke stellte diese Annahme deshalb auf, weil in verschiedenen Fällen nach Affectionen in diesen hinteren Theilen des Gehirns subcorticale motorische Aphasie als Herderscheinung beobachtet worden war. Die anatomische Untersuchung giebt für eine solche Annahme keinen Anhaltspunkt. Wie mir Herr Prof. Wernicke privatim mittheilte, hat derselbe diese besondere Sprachbahn neuerdings aufgegeben und nimmt jetzt an, dass die eigentliche subcorticale Sprachbahn mit der Bahn für alle anderen Bewegungen der Sprachmuskeln zusammenfällt. Wäre eine eigene Sprachbahn vorhanden, so müsste man erwarten, dass gelegentlich einmal die Unmöglichkeit eintreten könnte, beliebige andere Bewegungen der Sprachmuskeln auszuführen, während die Sprache selbst erhalten bliebe. Ein derartiger Fall ist bis jetzt nicht beobachtet worden.

Ich habe schon erwähnt, dass man gegenwärtig vielfach das Rindenfeld für die zum Sprechen dienenden, wie für alle übrigen Muskeln der unteren Gesichtshälfte nach hinten und oben von der Broca'schen Windung, im unteren Drittel beider Centralwindungen annimmt. Wenn das richtig ist und wenn eine besondere Sprachbahn aus der Broca'schen Windung nicht vorhanden ist, so muss eine kurze Associationsbahn (13 Fig. 75) aus der letzteren (Br) in die Rinde der vorerwähnten Region (Z) hineinführen; eine Unterbrechung dieser transcorticalen Bahn könnte dann die Erscheinungen der subcorticalen motorischen Aphasie verursachen. Gegen eine solche Annahme spricht derselbe Grund, der sich gegen die gleichartige Annahme bei der subcorticalen Klangbahn geltend machen liess: eine isolirte Unterbrechung dieser Bahn dürfte kaum ohne schwere Schädigung der Rinde vorkommen. Ausserdem erfordert diese ganze Art und Weise der Auffassung die Annahme eines eigenen besonderen Rindencentrums für die Sprachbewegungsvorstellungen und eines zweiten Centrums für die übrigen Bewegungsvorstellungen der Sprachmuskeln, also die einfachen Zungenbewegungen, die Bewegungen beim Kauen, Schlucken, Pfeifen u. s. w. Danach würde uns hier die einfache Auffassung, welche ich bisher in Betreff der Bewegungsvorstellungen vertreten habe, dass dieselben nur in der Association der bei Ausführung der elementaren Bewegungen zu Stande kommenden Empfindungen bestehen, im Stiche lassen; wir müssten nothwendigerweise die Broca'sche Windung als ein Rindenfeld auffassen, in welchem die einzelnen Sprachbewegungsvorstellungen, die Erinnerungsbilder der gesprochenen Worte neben einander in den einzelnen Zellen oder Zellcomplexen aufgespeichert lägen. Gegen diese Auffassung spricht schon die Thatsache, dass niemals bei einem motorisch Aphasischen etwa die halbe Anzahl der verfügbaren Wörter ausfällt, die andere Hälfte dagegen erhalten bleibt, sondern dass, wenn motorische Aphasie eintritt, entweder gar kein Sprachrest, oder nur ein solcher von ganz wenig Wörtern oder einzelnen Silben übrig bleibt. Stets wird die Function der Broca'schen Windung im Ganzen gestört.

Es scheint mir deshalb wahrscheinlicher, — und ich treffe darin mit Lichtheim und Ross zusammen — dass die geltende Annahme über die Function der Broca'schen Windung der

Wirklichkeit nicht entspricht, dass vielmehr diese Windung im Verein mit dem unteren Drittel beider Centralwindungen ein functionell zusammengehöriges grosses Rindenfeld ausmacht. In der Broca'schen Windung selbst suche ich die Rindenvertretung für den neunten und zwölften Hirnnerven, den Glossopharyngeus und Hypoglossus, als für diejenigen beiden Nerven, deren Thätigkeit am Wesentlichsten für das Sprechen ist; als corticale Endstätte derjenigen Theile des Facialis, welche die Lippenmuskulatur versorgen, beanspruche ich die Uebergangsstelle der unteren Stirnwindung in die vordere Centralwindung und nehme an, dass noch weiter hinten in den Centralwindungen selbst die Rindenfelder für den übrigen Theil des Mundfacialis und den motorischen Ast des Trigeminus sich anlagern. Ueber die genauere Begrenzung der einzelnen Theile des ganzen Feldes, über die mögliche weitere Ausbreitung desselben nach vorn über den Rest der unteren Stirnwindung, nach hinten über den vorderen Theil der Inselrinde, endlich über die Frage, ob die Innervationsempfindungen aus den Muskelkernen und die Haut- und Schleimhautempfindungen an verschiedenen Stellen innerhalb des Feldes localisirt sind, lässt sich bei dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse nichts aussagen. Vergleichsweise sind die neuen Reizversuche von Horsley an Affen heranzuziehen (vergl. Fig. 70).

Auf dem motorischen Sprachgebiet findet derselbe Vorgang statt, wie ich ihn vorhin auf dem akustischen geschildert habe. Die zum Sprechen dienenden Muskeln beider Körperhälften können von jeder Hemisphäre aus in Thätigkeit gesetzt werden, und ebenso finden die bei den Bewegungen dieser Muskeln entstehenden Empfindungen auf jeder Seite ihre Vertretung in der Rinde. Daher bilden sich Bewegungsvorstellungen von allen einfachen Bewegungen der beiderseitigen Muskeln in jeder Hemisphäre, die complicirtesten von ihnen dagegen, die Sprachbewegungsvorstellungen, werden nur auf einer Seite eingeübt; sie werden ausschliesslich in der linken Broca'schen Windung gebildet, zum mindesten auf dieser Seite allein mit den dazugehörigen Klangbildern im linken Schläfelappen associirt. Wird daher die Projectionsfaserung aus der rechten unteren Stirnwindung zerstört, so kommt es nur zu einer vorübergehenden Parese der gesammten, insbesondere der linksseitigen Sprachmuskulatur; die stärkere In-

anspruchnahme und bessere Einübung der linken Hemisphäre ersetzt in kurzer Zeit den Ausfall fast vollständig. Wird dagegen die Stabkranzfaserung aus der linken Broca'schen Windung unterbrochen, so bleiben zwar die einfachen willkürlichen Bewegungen der Sprachmuskeln erhalten, weil die ihnen zugehörigen Bewegungsvorstellungen in der rechten Broca'schen Windung mit den Kernen der Sprachmuskeln im Höhlengrau in leitender Verbindung bleiben; es tritt nur eine vorübergehende Parese der Sprachmuskeln, insbesondere der rechtsseitigen ein. Von den Sprachbewegungsvorstellungen aus, die nur in der linken Broca-schen Windung gebildet sind, können jedoch die Kerne der Sprachmuskeln nicht mehr erreicht werden: es kommt zu subcorticaler motorischer Aphasie.

Durch die ausgeführte Annahme wird die untere Stirnwindung der rechten Hemisphäre, welche bisher nur dazu da zu sein schien, um in Function zu treten, falls schon in frühester Jugend die linke Broca'sche Windung zerstört war, functionell in Anspruch genommen. Es wird ferner für ein Rindenfeld, welches keine unmittelbare Vertretung eines Körpertheils zu enthalten, und in Folge dessen den anderen Rindenfeldern gegenüber in der That transcortical zu liegen schien, eine solche Vertretung geschaffen. Endlich wird dadurch für die Durchführung der Theorie, die ich Ihnen vorgetragen habe, dass die Erinnerungsbilder nicht in besonderen Erinnerungszellen aufbewahrt werden, sondern in der Association der Thätigkeit der wahrnehmenden Zellen ihren Ursprung finden, eine wesentliche Schwierigkeit aus dem Wege geräumt.

Bei Zerstörung beider unterer Stirnwindungen darf man eine vollständige Lähmung der Gaumen- und Zungenmuskeln erwarten. Ein reiner derartiger Fall ist bisher nicht beobachtet worden. Dagegen hat man wiederholt nach ausgedehnteren Erkrankungen in beiden Vorderhälften des Grosshirns Lähmungserscheinungen beobachtet, welche ganz den bei der Bulbärparalyse vorkommenden entsprachen. Die aufgestellte Annahme dürfte nur dann als unrichtig erwiesen werden, wenn man in einem Falle bei beiderseitiger isolirter Erkrankung der Broca'schen Windung die einfachen Bewegungen der Zunge und des Gaumens erhalten finden würde.

Lichtheim hat darauf aufmerksam gemacht, dass die Sprach-

bahn noch eine besondere Eigenthümlichkeit haben müsse, da Erkrankungen der linken inneren Kapsel und des linken Hirnschenkels gewöhnlich nicht, wie man erwarten sollte, von subcorticaler motorischer Aphasie begleitet sind. Es scheint daraus hervorzugehen, dass bei den meisten Menschen die Sprachbahn sich theilt, nachdem sie die linke Broca'sche Windung verlassen hat, und dass ein Theil derselben durch den Balken auf die rechte Seite des Gehirns hinübertritt und hier in der rechten inneren Kapsel und dem rechten Hirnschenkel abwärts zieht. In diesen Fällen kann eine isolirte subcorticale motorische Aphasie nur durch einen kleinen Herd in der Markmasse in der Nähe der Einmündungsstelle der Bahn in die linke innere Kapsel in der Gegend oberhalb des sogenannten Knies der letzteren verursacht werden. Solche Fälle sind ziemlich rein von Déjérine beobachtet worden.

Wieso Läsionen in der Gegend des sogenannten hinteren Schenkels der inneren Kapsel und etwas lateralwärts davon subcorticale motorische Aphasie als Herderscheinung hervorrufen können, vermag ich nicht zu erklären. Die von oben her kommenden Stabkranzfasern ziehen, soweit sie der Pyramidenbahn angehören, in der inneren Kapsel allerdings etwas schräg nach hinten unten (vergl. Fig. 80). Wie sich die Fasern der inneren Kapsel im unteren hinteren Theil derselben und im Hirnschenkelfuss ordnen, ist bis jetzt nicht genauer bekannt; es wäre nicht unmöglich, dass die Fasern der Broca'schen Windung, welche von allen Pyramidenfasern am weitesten nach vorn entspringen, auf dem Wege nach unten hinten am weitesten nach aussen gelangen und so in die Nähe der aus dem Hinterhaupt- und Schläfelappen kommenden Stabkranzfasern kommen. Die Reizversuche von Beevor und Horsley an Affen haben, wie ich früher erwähnte, gezeigt, dass in der That der Mittelpunkt der Region, durch deren elektrische Erregung Bewegungen der Zunge erhalten wurden, in den unteren Theilen der inneren Kapsel weiter nach hinten rückt. In allen derartigen Fällen kann sich die Sprachbahn nicht in der von Lichtheim angegebenen Weise getheilt haben.

---

Wird die Broca'sche Windung selbst (Br Fig. 75) durch einen krankhaften Process zerstört oder völlig ausser Function gesetzt,

so entsteht corticale motorische Aphasie. Diese Form unterscheidet sich nach Lichtheim von der subcorticalen dadurch, dass die Kranken nicht im Stande sind, die Silbenzahl eines ihnen vorgesprochenen Wortes auf irgend eine Weise, etwa durch wiederholten Händedruck anzugeben, und dass sie nicht lesen und schreiben können. Das Sprachverständniss ist erhalten. Eine merkliche Beeinträchtigung der Intelligenz scheint nicht zu bestehen. Die Grundlage der Störung ist der Verlust der Sprachbewegungsvorstellungen.

Warum derartige Kranke nicht lesen und schreiben können, hat Wernicke in seiner Abhandlung vom Jahre 1886 auseinandergesetzt. Diese Kunst ist an die Fertigkeit zu buchstabiren gebunden. Sprechen lernt das Kind nicht buchstabirend, sondern es fasst das gehörte Wort sowohl wie das gesprochene ohne Rücksicht auf seine Bestandtheile als ein Ganzes auf einmal auf. Mit dem Buchstabiren beginnt man erst, wenn man bereits fertig sprechen kann, indem man das ausgesprochene Wort nachträglich in seine einzelnen Lautbestandtheile zerlegt. So lange noch nicht gelesen wird, ist ein jeder Buchstabe nur ein Wortbegriff und hat als solcher ein Klangbild, welches im akustischen Sprachcentrum sich bildet, und ein Sprachbewegungsbild, dessen Association im motorischen Sprachcentrum zu Stande kommt; beide Theile werden durch die die Centren verbindende Leitungsbahn (9 Fig. 75) aneinandergehalten. Soll ein Buchstabe innerlich oder äusserlich, d. h. mit oder ohne merkliche Innervation der subcorticalen Bahn, ausgesprochen werden, so muss, in gleicher Weise wie beim Aussprechen eines Wortes, die ganze Strecke a b des Schemas (Fig. 78 und 75), beide Centren und die verbindende Bahn (also die anatomische Unterlage des Wortbegriffs) unversehrt sein. Lernt das Kind einen Buchstaben lesen, so bekommt der Begriff desselben eine weitere Componente, nämlich das Gesichtserinnerungsbild des Buchstabens, welches im optischen Rindenfelde $\alpha$ (Fig. 78 und 75) gebildet wird. Durch die Bahn a $\alpha$ werden Gesichts- und Klangbild des Buchstabens associirt. Das Lesen eines Wortes geschieht in der Weise, dass für jeden einzelnen gesehenen Buchstaben von $\alpha$ aus über a der Wortbegriff des gesprochenen Buchstabens ausgelöst wird.

Indem so die Sprachbewegungsvorstellungen der einzelnen Buchstaben in b nach einander entstehen, und in der richtigen Reihen-

folge wieder nach a reflectirt werden, entsteht durch dieses Aneinanderreihen schliesslich in a das Klangbild des Wortes, welches nunmehr erkannt wird, indem es in den psychischen Process eingeht. Dass die Zusammensetzung des Klangbildes des Wortes beim Buchstabiren wirklich von b aus geschieht, kann man, wie Lichtheim bemerkt, leicht an sich selbst ausprobiren, indem man, ohne vernehmlich zu sprechen, die Sprachmuskeln schnell nach einander in die Stellungen bringt, die den einzelnen Buchstaben irgend eines Wortes entsprechen; dabei hört man ganz deutlich innerlich das Klangbild des Wortes ertönen. Das Schriftbild des Wortes wird daher für gewöhnlich nicht als Ganzes auf einmal aufgefasst und nicht unmittelbar mit dem Klangbild, geschweige denn bei concreten Dingen mit dem Objectbegriff verbunden.

Beim Schreibenlernen wird das Gesichtsbild des Buchstabens abgeschrieben, d. h. die Hand zeichnet den vorgeschriebenen realen Buchstaben und später das im Gedächtniss gebliebene optische Erinnerungsbild desselben Strich für Strich nach.

Hierbei bildet sich eine vierte Componente des Buchstabens, seine Schreibbewegungsvorstellung im Rindenfelde für die rechte Hand, also im mittleren Drittel der linken Centralwindungen ($\beta$). Schreibebild und Schriftbild des Buchstabens werden mit einander durch die Bahn $\alpha$ $\beta$ associirt. Es wird stets vom optischen Bilde aus, also über $\alpha$ geschrieben und keine unmittelbare Verbindung etwa direct von a oder b nach $\beta$ benutzt. Auf der Bahn o $\alpha$ $\beta$ e vom Auge (o) zur Hand (e) wird mechanisch, ohne Verständniss, copirt. Für das Schreiben auf Dictat und das willkürliche Schreiben nimmt Wernicke eine doppelte Verbindung des Wortbegriffs des Buchstabens mit seinem Schriftbilde, a $\alpha$ und b $\alpha$ in Anspruch, von denen die eine vom akustischen, die andere vom motorischen Sprachfelde zum optischen Felde führt. Das Schreiben auf Dictat geht auf der Bahn s a b $\alpha$ $\beta$ e derart vor sich, dass vom gehörten Wort aus zunächst der ganze Wortbegriff, also Klangbild und Sprachbewegungsvorstellung, innervirt wird und dass dann in der in der Kindheit gelernten und sicher eingeübten Weise der Wortbegriff in die einzelnen Buchstaben zerlegt wird; hierbei kommen auch stumme Buchstaben in Betracht. Von der Sprachbewegungsvorstellung des Buchstabens aus wird (nach

Wernicke) das Gesichtsbild desselben erregt und von diesem aus die Schreibbewegungsvorstellung im Handcentrum. Das willkürliche Schreiben geschieht in derselben Weise, nur dass der Wortbegriff statt vom Acusticus vom Begriffscentrum C her ausgelöst wird. Es ist klar, dass auch beim Dictatschreiben das Verständniss des Gehörten bis zu einem gewissen Grade mitwirkt, zum mindesten bei der Anwendung der grossen Anfangsbuchstaben und beim Schreiben von gleichlautenden Worten, die je nach ihrer Bedeutung verschieden geschrieben werden, sowie beim Gebrauch der Interpunction.

Aus allgemeinen, später zu erörternden Gründen erscheint es mir zweifelhaft, ob eine besondere directe Bahn b $\alpha$ das Gesichtsbild des Buchstabens mit der Sprachbewegungsvorstellung desselben verbindet, und ob nicht vielmehr die Bahn für das Lesen vom Gesichtsbild nur zum Klangbild a $\alpha$ auch für das Schreiben vollkommen ausreicht. Ganz auszuschliessen ist die Annahme einer directen Verbindung von b oder von a mit dem Schreibecentrum der rechten Hand $\beta$. Für denjenigen, der sehend schreiben gelernt hat, sind die Gesichtserinnerungsbilder der Buchstaben eine unerlässliche Durchgangsstation. Jede elementare psychische Fähigkeit wird im Allgemeinen dauernd auf dem Wege ausgeübt, auf dem sie erlernt wurde. Das Zurücktreten der Zwischenstationen ist nur ein scheinbares, indem der Innervationsstrom durch die gut ausgeschliffenen Bahnen derselben so schnell hindurchläuft, dass die Thätigkeit in denselben nicht deutlich zum Bewusstsein kommt. Es handelt sich hier um das früher von mir besprochene Selbständigwerden von Nebenwellenzügen. Man kann in Folge dessen, während man einen Satz zu Ende schreibt oder spricht, über den nächsten nachdenken. Der Werth des „Schreibecentrums“ für die Sprache und Schrift ist ein verhältnissmässig sehr geringfügiger und meines Erachtens von den Franzosen übertrieben worden. Wesentlich für den geschriebenen Buchstaben ist das optische Erinnerungsbild. Der früh erlernte Complex der Bewegungsvorstellungen, in welchem Bewegungen gleicher Richtung in den Rindenfeldern aller freibeweglichen Organe unter der Leitung des optisch-motorischen Feldes zusammengefasst sind, ermöglicht es, dass wir, wie Wernicke bemerkt, ohne weitere Einübung, wenn auch ungeschickt, mit der linken Hand,

dem Ellenbogen oder der Fussspitze schreiben können. Durch die stete Uebung werden die den geschriebenen Buchstaben entsprechenden Bewegungsassociationen in dem Felde für die Fingerbewegungen besonders fest und sicher; sie werden aber nicht selbständig und erhalten ihren psychischen Werth nur durch die Beziehung auf die optisch-motorischen Erinnerungsbilder der geschriebenen Buchstaben in der Sehsphäre vermittelst der gut ausgeschliffenen Associationen in der optisch-tactilen Bahn ($\alpha\,\beta$).

Während im Allgemeinen und ganz besonders bei Ungeübten nur buchstabirend gelesen wird, kommt es bei Leuten, die sehr viel lesen, wohl immer dazu, dass sie kurze und mitunter sogar lange besonders häufig gelesene Wörter als Ganzes auffassen und unmittelbar ohne Zuhilfenahme des motorischen Sprachcentrums mit den dazu gehörigen Klangbildern verbinden. Insbesondere dürfte das beim Lesen einer gut bekannten undeutlichen Handschrift der Fall sein. Ganz sicher ist diese Art und Weise des Lesens zum Theil beim Stenographiren vorhanden. Es könnte daher gelegentlich einmal bei einem motorisch-aphasischen Stenographen diese Kunst erhalten sein. Ebenso braucht bei den Chinesen, welche bekanntlich keine Buchstaben schreiben, sondern für jedes Wort ein besonderes Schriftzeichen besitzen, mit Störungen innerhalb des Wortbegriffs nicht nothwendig eine Schreib- und Lesestörung verbunden zu sein. Aus demselben Grunde können alle Patienten Ziffern lesen; auch diese sind nicht aus Buchstaben zusammengesetzte Wörter, sondern sie stellen Objectbilder dar. In ähnlicher Weise können beim Schreiben besonders häufig vorkommende Buchstabenverbindungen eine selbständige Existenz erlangen und sich vom Buchstabiren, vielleicht selbst vom optisch-motorischen Bilde unabhängig machen, sodass sie im letzteren Falle unmittelbar dem Klangbilde als Ganzes sich associiren. Dazu gehört wohl stets die Unterschrift des eigenen Namens. Deshalb sind Aphasische mit zerstörtem Wortbegriff häufig noch im Stande, den eigenen Namen zu schreiben, während sie dieselben Buchstaben in anderer Reihenfolge, ja ihren Namen ohne den Anfangsbuchstaben nicht zu schreiben vermögen.

Die Behauptung, dass stets nur buchstabirend gelesen werde, sodass erst die Zusammenreihung der einzelnen Laute eines

Wortes im Sprachfelde das Erkennen desselben ermöglichte, gilt streng genommen nur für die Kinder, die erst lesen lernen, oder Leute, die es nicht fliessend gelernt haben. In der That ist der Vorgang beim fliessenden Lesen nicht so einfach, wie ihn Wernicke dargestellt hat. Das wäre nur möglich, wenn wir genau phonetisch schreiben würden. In der Wirklichkeit entsprechen in vielen Fällen das Schriftbild und das Klangbild eines Wortes in ihren einzelnen Theilen einander ganz und gar nicht, wie man noch deutlicher, als im Deutschen, im Englischen erkennen kann. Hier ist die Aussprache eines Wortes, also sein Klangbild, von der ganzen Anzahl seiner Buchstaben, in einzelnen Fällen sogar von der Bedeutung des ganzen Satzes abhängig. Es muss daher das geschriebene oder gedruckte Wort in all diesen Fällen als Ganzes gelesen und somit auch als Ganzes mit dem Klangbild associirt werden. Zu dem gleichen Ergebnisse führt die von Goldscheider angeführte Thatsache, dass wir nur sehr mangelhaft zu lesen vermögen, wenn die einzelnen Wörter ohne die üblichen zwischen ihnen befindlichen Abstände unmittelbar aneinander gedruckt werden, sowie dass wir die Druckfehler meist übersehen, wenn wir nicht gerade auf dieselben aufpassen. Löwenfeld macht darauf aufmerksam, dass wir bekannte Namen auf Firmenschildern in grösserer Entfernung lesen können, als fremde; dass der Sachverständige einen handschriftlichen Bericht, in welchem viel Kunstausdrücke vorkommen, glatt liest, während der Laie denselben nicht entziffern kann. Ebendahin gehört die Schwierigkeit beim Lesen eines in einer fremden Sprache geschriebenen Schriftstücks. In all solchen Fällen wird nicht buchstabirt, sondern das ganze Gesichtbild mit dem ganzen Klangbild associirt; das Buchstabiren wird dabei höchstens zur Unterstützung herangezogen. Ich komme später noch einmal auf die Unentbehrlichkeit des motorischen Sprachcentrums für das Lesen und den wahrscheinlichen Grund dafür zurück.

Lichtheim hat die Behauptung aufgestellt, dass man das Klangbild nur vom motorischen Sprachfelde aus willkürlich erklingen lassen könne. Es scheint mir hier ein ähnlicher Irrthum vorzuliegen, wie in der Behauptung Meynert's von der vollständigen Verschiedenheit der Vorstellung von der Sinneswahrnehmung. Es liegt auf der Hand, dass wir denjenigen Antheil

unserer Sinneswahrnehmungen am leichtesten im Gedächtniss behalten und reproduciren können, den wir selber hinzuthun, die active Seite derselben, also die Form des gesehenen Objects, und (analog aber nicht homolog) die Sprachbewegung des gehörten Wortes. Viele Menschen sind gar nicht im Stande, den sinnlichen Schein einer Farbe sich vorzustellen, und ebenso mögen viele andere einen Klang sich nicht unmittelbar ins Gedächtniss zurückrufen können. Auf der anderen Seite lässt ein Musiker ein ganzes Musikstück in der Ausführung des Orchesters mit den feinsten Nüancen in den Klangfarben der einzelnen Instrumente an seinem inneren Ohre vorbeiziehen, ohne dabei das motorische Sprachcentrum überhaupt oder, und dann nur für die Melodie, aber nicht für die Klangfarbe, in wesentlicher Weise in Anspruch zu nehmen. Das Mitwirken der Sprachbewegungsvorstellungen beim Denken ist bei verschiedenen Menschen in sehr verschiedenem Grade ausgebildet. Manche Leute können kaum denken, ohne dass ihre Gedanken dabei laut werden; von hier bis zum anscheinend fast wortlosen Denken finden sich alle möglichen Uebergänge. Dass für gewöhnlich das motorische Centrum beim Ertönen des Klangbildes immer mitschwingt, und dass es am leichtesten das Klangbild innerlich zum Ertönen bringt, ist bei den engen und beständig mehr ausgebildeten Beziehungen zwischen beiden Sprachcentren nur natürlich. Aber nothwendig ist die Betheiligung des motorischen Centrums für das innerliche Wiederauftauchen des Klangbildes nicht. Daher kann bei Leuten, welche laut zu denken pflegen, die Zerstörung der Broca'schen Windung eine schwere Beeinträchtigung des Denkens überhaupt nach sich ziehen, während bei anderen eine Intelligenzstörung gar nicht bemerkbar wird. Personen, welche das Klangbild eines Wortes ohne Hilfe des motorischen Sprachcentrums innerlich reproduciren können, werden deswegen auch nach der Erkrankung an corticaler motorischer Aphasie noch im Stande sein, die Silbenzahl eines Wortes anzugeben.

Gestatten Sie mir, noch die Bemerkung hinzuzufügen, dass beim Erlernen einer fremden Sprache gewöhnlich ein ganz anderer Vorgang statt hat, als beim Erwerb der Muttersprache. Einmal wird der fremde Wortbegriff zunächst nicht dem Objectbegriff, sondern dem Wortbegriff der eigenen Sprache angegliedert.

Nur sehr wenig Menschen lernen in mehreren Sprachen „denken“. Ausserdem aber lernen wir fremde Sprachen meist vom Schriftbilde aus durch Buchstabiren, sodass für den Gebrauch derselben das Rindenfeld des Gesichtssinns eine viel wesentlichere Rolle spielt, als bei der Muttersprache, und, nach dem oben Gesagten, auch für das Verständniss der fremden Sprache die Unversehrtheit des motorischen Sprachfeldes sehr in Betracht kommt.

## Neunter Vortrag.

Meine Herren! Indem ich heute von dem motorischen Rindenfelde der Sprache zu der von demselben ausgehenden Associationsfaserung übergehe, welche dasselbe mit den anderen Rindenfeldern verbindet, komme ich in das schwierigste Gebiet der Sprachstörungen hinein, für welches gegenwärtig erst die Anfänge einer Pathologie vorhanden sind. Auf der einen Seite gehen die Meinungen der Autoren über die hier in Betracht kommenden Verhältnisse weit aus einander, auf der anderen Seite sind es nur wenige klinische Beobachtungen und noch weniger Sectionsbefunde, auf welche die vorhandenen Hypothesen sich stützen.

Wir haben zuerst zu untersuchen, was eine transcorticale Störung irgend eines beliebigen Rindenfeldes eigentlich bedeutet, und worin sich dieselbe zeigt, sobald sie total und complet ist; total, insofern alle von dem Felde ausgehenden Associationsfaserzüge betroffen sind, und complet, indem die Function dieser Bahnen völlig aufgehoben ist. Es liegt auf der Hand, dass eine derartige Störung für unsere geistige Thätigkeit mit einer Zerstörung des betroffenen Rindengebietes völlig gleichwerthig sein würde. Von den übrigen Rindenfeldern aus, in deren Zusammenwirken unsere geistige Thätigkeit ja besteht, würde weder auf das gänzlich abgetrennte Rindenstück, noch auf dessen Stabkranzfaserung eine Einwirkung stattfinden können; und umgekehrt würde die Thätigkeit in dem letzteren auf die geistigen Vorgänge keinen Einfluss ausüben können. Beim Erhaltensein der subcorticalen Faserung würden etwaige Rindenreflexe noch zur Erscheinung kommen können; falls solche nicht da sind, hätte der Beobachter kein Mittel, das Vorhandensein des Rindentheils bei einem Erkrankten festzustellen. Eine in dem isolirten Centrum

etwa noch vorhandene psychische Thätigkeit würde einen geistigen Sequester darstellen. Ich will hinzufügen, dass eine vollständige transcorticale Abtrennung mit Erhaltensein der subcorticalen Faserung anatomisch kaum denkbar erscheint. Soll also eine transcorticale Störung von uns erkannt werden können, so darf sie nicht vollständig sein; es muss zum mindesten die Verbindung mit einem anderen Rindenfelde erhalten sein, damit das betroffene Centrum in der einen oder der anderen Richtung von seiner Existenz Kunde geben könne. Auch eine incomplete Störung in der transcorticalen Faserung würde sich, wenn sie total wäre, von einer functionellen Abschwächung der Thätigkeit des dazu gehörigen Centrums wohl kaum unterscheiden lassen.

Bei der Broca'schen Windung kommen zwei transcorticale Faserzüge in Betracht, die Bahn, die zum Klangfelde hinübergeht, a b des Schemas, und die Bahn, durch welche das motorische Sprachcentrum mit allen anderen Theilen der Grosshirnrinde in Verbindung steht, und die im Schema durch die Linie b C dargestellt wird. Der Unterbrechung einer jeden dieser beiden Bahnen müsste ein besonderes klinisches Krankheitsbild entsprechen, und zwar ist der Störung in der Bahn a b, wie schon früher erwähnt, die dritte Wernicke'sche Aphasieform vom Jahre 1874, die Leitungsaphasie, derjenigen in der Bahn b C ein von Lichtheim beschriebenes, von Wernicke mit dem Namen der transcorticalen motorischen Aphasie belegtes Krankheitsbild zugeschrieben worden. Bei der Leitungsaphasie sind active Sprache und Sprachverständniss erhalten, aber es besteht Paraphasie; wegen der Störung des Wortbegriffs sind Lesen und Schreiben unmöglich. Bei der transcorticalen motorischen Aphasie ist das willkürliche Sprechen und Schreiben aufgehoben; von der corticalen motorischen Aphasie unterscheidet sich diese Erkrankung wesentlich dadurch, dass nachgesprochen, laut gelesen und auf Dictat geschrieben werden kann. Als Ursache für diese erhaltenen Fähigkeiten wird die Unversehrtheit der Bahn a b angegeben.

Die Richtigkeit der Zurückführung der beiden Krankheitsbilder auf die nach dem Schema angegebenen anatomischen Unterbrechungen ist von Freud in seiner im Jahre 1891 erschienenen Arbeit bestritten worden; wie ich glaube, nicht mit Unrecht. Freud behauptet, dass es sich bei beiden Aphasieformen nicht

um die Zerstörung einer Bahn, die völlige Vernichtung einer Function, sondern um eine Functionsherabsetzung handle. Wenn die als Leitungsaphasie beschriebene Krankheit durch die totale Unterbrechung der Bahn a b bedingt wäre, so müsste man erwarten, dass diese Kranken nicht mehr nachsprechen könnten; denn die Bahn für das Nachsprechen ist s a b m, und bei der transcorticalen motorischen Aphasie wird die Möglichkeit des Nachsprechens gerade mit der Unversehrtheit dieser Bahn erklärt. Allenfalls dürfte ein mittelbares Nachsprechen erhalten sein, insofern der Kranke das Gehörte auf der Bahn s a C versteht und es dann auf der Bahn C b m willkürlich und in Folge dessen paraphasisch wiedergiebt. Bei allen hierher gehörigen Kranken hat sich aber gezeigt, dass zum mindesten eben so gut nachgesprochen, wie willkürlich gesprochen werden konnte, und dass zum Theil das Nachsprechen sogar besser geschieht, als das willkürliche Sprechen; dasselbe Wort, welches der Kranke willkürlich nicht herausbringt, ist er im Stande auszusprechen, sobald man es ihm vorgesagt hat.

Diese theoretische Erwägung Freud's steht mit einer anatomischen Betrachtung im Einklange, aus welcher hervorgeht, dass eine gänzliche Unterbrechung der Bahn a b ohne Schädigung der Nachbartheile, entweder der Broca'schen Windung oder des Schläfelappens, unmöglich erscheint. Es ist nicht anzunehmen, dass diese Bahn nur in einem dünnen Bündel besteht, vielmehr ist es wahrscheinlich, dass sie sich über den grösseren Theil der Höhe der Insel erstreckt, da sie an einer Ausbreitung in die Tiefe durch den sich von innen her dagegen legenden Linsenkern verhindert wird. Die Ausbreitung des Hakenbündels dehnt sich, soweit sie mit blossem Auge wahrnehmbar ist, über die halbe Höhe der Insel aus. Vermuthlich gehören die tiefsten in der Oberspalte der Insel gelegenen Fasern des Bogenbündels in functioneller Beziehung demselben Faserzuge zu; und es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch die in und unmittelbar unter der Inselrinde befindlichen Nervenfasern, soweit sie nicht schon die unmittelbare Fortsetzung der beiden grossen Bündel darstellen, bei der Ausübung der Function der Bahn a b betheiligt sind. Welche Aufgabe der Inselrinde selbst zukommt, wie weit sich das motorische Sprachfeld von vorn, das akustische von hinten auf sie ausdehnt, und ob diese beiden Rindenfelder hier unmittel-

bar an einander anstossen oder in einander übergehen, darüber lässt sich gegenwärtig noch nichts Bestimmtes aussagen. Es ist wohl kaum denkbar, dass eine Verletzung, eine Geschwulst oder eine Blutung ausschliesslich die Bahn a b in ihrer ganzen breiten Ausdehnung zerstörte, ohne die Nachbartheile hochgradig zu schädigen. Eben so wenig ist in Folge der eigenthümlichen Gefässverhältnisse an dieser Stelle eine Erweichung dazu im Stande. Die arteria fissurae Sylvii läuft als ungetheilter Stamm über den Fuss der Insel hinweg, um sich auf der Inseloberfläche mehr oder minder weit oben in einen vorderen und einen hinteren Ast zu theilen; der vordere Ast versorgt, abgesehen von den darüber hinausgelegenen Theilen der convexen Hemisphärenfläche, den vorderen Theil der Insel und des Klappdeckels derselben, sowie die Broca'sche Windung mit Blut, der hintere Ast ernährt unter anderem die hintere Hälfte der Insel und die convexe Fläche des Schläfelappens. Sitzt ein Blutgerinnsel im Stamm der Arterie fest, so muss, falls sich nicht der Blutumlauf aus Collateralarterien herstellt, das ganze Sprachfeld erweichen, indem Broca'sche Windung und Schläfelappen in den Bereich der Blutleere mit hineinfallen. Sitzt der verstopfende Pflock aber weiter oben jenseits der Theilungsstelle der Arterie, so ist entweder der Schläfelappen oder die untere Stirnwindung bei der Erweichung mitbetheiligt, dagegen bleibt in diesem Falle der Fuss und das unterste Stück der Inselrinde und der grösste Theil des Hakenbündels von der Zerstörung verschont.

Eine isolirte Unterbrechung der Fasern, welche die Bahn c b zusammensetzen, also der Verbindung zwischen der Broca'schen Windung und der übrigen Rinde des Gehirns mit Ausnahme des Schläfelappens, ist aus anatomischen Gründen ebenfalls unmöglich. Die transcorticale Faserung der Broca'schen Windung läuft wesentlich im Bogenbündel oder oberen Längsbündel. Diese Fasern können ohne gleichzeitige Läsion von Stabkranzfasern an keiner Stelle vernichtet werden. In der Nähe ihres Ursprungs, wo die ganze, ziemlich unbedeutende Fasermasse noch beisammen ist, und also durch einen kleinen Herd getroffen werden könnte, muss ein solcher die aus der Windung herauskommende Stabkranzfaserung, also die subcorticale Sprachbahn unweigerlich mit zerstören. Dadurch würde das Nachsprechen unmöglich gemacht. Weiterhin muss die Associationsbahn aus der Broca-

schen Windung sich fächerförmig ausbreiten, um zu den verschiedenen anderen Rindenfeldern zu gelangen. Hier wäre deshalb ein sehr ausgedehnter Herd erforderlich, um alle diese Fasern, oder auch nur einen sehr grossen Theil derselben, zu zerstören; dabei würden die Stabkranzfasern aus einem grossen Theile gerade der motorisch wichtigen Rindenfelder des Gesichts, des Arms und Beins mit zu Grunde gehen, und es müsste Hemiplegie eintreten. Ein solches Zusammentreffen kommt aber bei den beobachteten Fällen der Lichtheim'schen transcorticalen motorischen Aphasie nicht vor.

Man kann daher nicht umhin, für beide klinischen Krankheitsbilder eine andere Erklärung zu suchen.

Zu diesem Zwecke ist es unumgänglich, auf die Art und Weise, wie die willkürliche Sprache zu Stande kommt, und auf die dabei benutzten Bahnen des Näheren einzugehen. Die Ansichten darüber sind getheilt. Kussmaul nimmt an, dass die Bahn C b für das Sprechen überhaupt nicht benutzt wird, sondern dass immer auf derselben Bahn willkürlich gesprochen wird, auf welcher das Sprechen erlernt wurde, also auf der Bahn C a b, dass also die Sprachbewegungsvorstellung stets vom Klangbild des Wortes her ausgelöst wird. Lichtheim ist, im geraden Gegensatze dazu, der Ansicht, dass zum willkürlichen Sprechen nur die Bahn C b benutzt wird; um hierbei die Entstehung der Paraphasie durch Unterbrechung der Bahn a b zu erklären, sieht er sich genöthigt, eine besondere Regulirung des Sprechens anzunehmen, derart, dass in b zunächst die Sprachbewegungsvorstellung gewissermassen eingestellt, und von derselben aus auf dem Wege b a in a das Klangbild erweckt wird, dass das Klangbild dann auf der Bahn a C dem Begriffscentrum gemeldet wird und dieses so in die Lage kommt zu controliren, ob die Einstellung in b richtig ist, bevor es die definitive Absendung der Depesche ins Höhlengrau veranlasst. Beim fliessenden Sprechen soll die Bahn C b allein genügen, und deshalb hierbei die Paraphasie lange nicht in dem Masse hervortreten, wie beim Benennen eines gesehenen Gegenstandes. Die Schwierigkeiten, welche diese Theorie bietet, sind meines Erachtens nicht zu überwinden.

Wernicke nimmt eine Mittelstellung ein. Er meint, dass beim willkürlichen Sprechen die Erregung in beiden Bahnen ver-

läuft, sowohl in C a wie in C b. Durch C b wird das Sprechen, wenn ich es richtig aufgefasst habe, im Allgemeinen angeregt, das motorische Sprachcentrum nur in eine zunächst ganz ungeordnete Thätigkeit versetzt. Durch C a b wird diese Thätigkeit regulirt, sodass die Sprachbewegungen, welche zum Vorschein kommen, den gewollten Klangbildern entsprechen. Die Leitung C b würde gewissermassen dem Windrohr einer Orgel zu vergleichen sein, welches die Kraft liefert, während das Centrum a die Claviatur in Thätigkeit versetzt und so in b diejenigen Ventile öffnet, in welche die auf der Leitung C b herbeiströmende Erregung eindringen soll.

Ich halte die Kussmaul'sche Ansicht für die richtige und zwar aus folgenden Gründen. Es sei vorausgesetzt, dass die Wernicke'sche Theorie richtig sei. Dann wäre die auf dem Wege C b herzuströmende Erregung für sich allein nicht im Stande, auch nur für einen einzigen Begriff die richtige Sprachbewegungsvorstellung hervorzurufen; denn bei den höchsten Graden der Paraphasie werden nur Lautcomplexe ohne jeden Sinn gesprochen. Eine geordnete associative Verbindung zwischen den Sprachbewegungsvorstellungen und den einzelnen Componenten des Begriffs in den verschiedenen Sinnessphären ist also nicht vorhanden. Läuft aber in C b nur der allgemeine, ungeformte Antrieb zum Sprechen, so muss diese Erregung im Stande sein, das Sprechen zu veranlassen, wenn auch nur ein Bruchtheil der Bahn noch erhalten ist. Nun ist das Rindenfeld für die akustischen Wahrnehmungen im Schläfelappen auch ein Theil des grossen Begriffscentrums C. Demnach müsste die Erregung, welche das Centrum b zum Sprechen antreibt, auch auf dem Wege a b fliessen können. Zum mindesten müsste auf diesem Wege die Benennung eines gehörten Geräusches, also z. B. die Angabe des musikalischen Instrumentes, dessen Töne gehört werden, zu Stande kommen, und jedenfalls, solange die Bahn a b unversehrt ist, in irgend einer Weise, sei es auch noch so schlecht und unverständlich, willkürlich gesprochen werden können. Das geschieht in den beobachteten Fällen, welche hierher gerechnet werden, aber nicht. Die Folgerung aus der Theorie widerspricht geradezu den praktischen Voraussetzungen, zu deren Erklärung die Theorie aufgestellt wurde.

Dazu kommt aber Folgendes: Durch die functionelle Ver-

knüpfung der Rindenfelder für die einzelnen Sinne mit Hilfe der transcorticalen Bahnen, durch welche die concreten Begriffe, die Gesammtvorstellungen realer Objecte gegeben werden, wird nur das grobe Material des Denkens geliefert; die Verarbeitung desselben, wie sie beim abstracten Denken vor sich geht, geschieht innerhalb des Centrums für die Sprache. Das Wort „Hund" bezeichnet ein reales Object; es entspricht ihm ein Erinnerungsbild, das aus den Partialerinnerungsbildern sich zusammensetzt, welche das Object in den Rindenfeldern der einzelnen Sinne hat entstehen lassen. Man könnte sich einen solchen Begriff unter dem Bilde einer grossen Spinne vorstellen, deren Körper sich im Sprachcentrum befindet, und deren Beine in den verschiedenen übrigen Sinnesfeldern stehen. Der Körper der Spinne entspricht nicht einer bestimmten Zelle, sondern stellt schematisch die Summe der Associationen dar, welche das Klangbild zusammensetzen. Auch die Beine der Spinne bestehen aus ganzen Gruppen von Associationsfasern. Die Endpunkte derselben in den verschiedenen Feldern sind durch Fäden mit einander verbunden, welche aber an Wichtigkeit gegenüber den Beinen der Spinne selbst zurücktreten. Eine solche Gruppe von Associationsfasern, ein Spinnenbein, verläuft zu den mit einander associirten Zellen in der Broca'schen Windung, welche die anatomische Grundlage für die Sprachbewegungsvorstellung „Hund" abgeben. Diese Faserverbindung ist die festeste, in welche beim normalen Menschen jederzeit der stärkste Innervationsstrom hineingeht, wenn das Klangbild „Hund" von irgend einer Stelle der Rinde her erregt wird, weil auf ihr das Sprechen gelernt wurde.

Anders verhält es sich aber mit abstracten Begriffen, wie etwa „Wohlthätigkeit", „Phantasie", „Absicht", „Anfang". Beim ersten könnte man vielleicht noch an eine Reihe von Erinnerungsbildern gesehener Handlungen denken; bei den drei anderen Worten wird man, glaube ich, vergeblich nach einem optischen oder tactilen Erinnerungsbilde suchen, zu welchem sie in unmittelbarer Beziehung stehen. Freilich bilden die concreten Begriffe die Ursprünge aller abstracten; und so weisen auch die letzteren mittelbar auf die ganze Grosshirnrinde zurück. Aber das Wesentliche ist bei den abstracten Begriffen doch die Verknüpfung mit einer Anzahl ganzer Vorstellungsreihen, aus denen sie entstehen, nicht mit Wahrnehmungen einzelner Sinnesfelder der Rinde. Sie

gleichen Spinnen, deren beiläufig sehr zahlreiche Beine sich noch innerhalb des Sprachfeldes befinden und in die Körper anderer Spinnen hineingehen, die ihrerseits, vielleicht auch erst in dritter oder vierter Linie, zu den übrigen Theilen der Grosshirnrinde Beziehungen haben.

Endlich fällt bei Wortbegriffen, wie „weil", „für", „derselbe" die geringe Beziehung zu Sinneswahrnehmungen oder zu Objectbegriffen, welche man manchen abstracten Begriffen noch hätte zuerkennen können, gänzlich fort. Hier handelt es sich gar nicht mehr um den materiellen Inhalt, sondern um formale Beziehungen zwischen verschiedenen Vorstellungsreihen. An irgend welche unmittelbaren Associationen dieser Wortbegriffe mit den Rindenfeldern für die anderen Sinne ist gar nicht mehr zu denken; sie führen ihr Leben ausschliesslich im Sprachcentrum, wo sie ihrerseits mit einer ganz besonders grossen Menge von Vorstellungen und Vorstellungsreihen verknüpft zu denken sind, da man ja je zwei beliebige Vorstellungen unter die Kategorien bringen kann, welche derartige Wortbegriffe darstellen.

Allerdings ist streng genommen in unserem Bewusstsein nichts vorhanden, was nicht eingegangen wäre durch das Thor der Sinne, was nicht in letzter Linie auf den concreten Begriff, auf das Partialerinnerungsbild im einzelnen Rindenfelde zurückwiese. Aber die gewaltige Arbeit, welche beim Sprechenlernen und dem — damit wesentlich identischen — abstracten Denken aus den unendlich vielfältigen Associationen und Superassociationen jene abstractesten, des materiellen Inhalts gänzlich entbehrenden Wortbegriffe schafft, geht innerhalb der Sprache und mithin anatomisch innerhalb des Sprachfeldes vor sich. Es bleibt zu untersuchen, an welcher Stelle des Sprachfeldes jene Arbeit geleistet wird. Da das abstracte Denken bei vollständiger, rein motorischer Aphasie nicht gehindert ist, hierbei vielmehr ein völliges Verständniss der Sprache erhalten bleibt, so muss jene Arbeit jedenfalls im Klangfelde der Sprache, in a vor sich gehen. Die ständige Mitarbeit des motorischen Sprachfeldes wird nur durch den engen Zusammenhang bedingt, in welchem jedes einzelne Klangbild eines Wortes mit der dazu gehörigen Sprachbewegungsvorstellung durch Associationsfasergruppen der Bahn a b steht. Man könnte allerdings annehmen, dass die ganze Arbeitssumme, welche das Sprechenlernen und das abstracte Denken erfordern, in dem

Felde der Sprachbewegungsvorstellungen, der Broca'schen Windung, noch ein zweites Mal vor sich geht, dass hier, rein als Bewegungsvorstellungen, die Wörter noch einmal in derselben Weise mit einander associirt und überassociirt sind, wie es im Klangfelde jedenfalls der Fall sein muss. Diese Arbeit geschieht sicher nicht im rechten Schläfelappen, wo die anatomischen Verhältnisse eben so günstig liegen, wie im linken. Zwischen den anatomischen Verhältnissen des Schläfelappens und der Broca'schen Windung besteht aber ein tiefgreifender Unterschied in quantitativer und qualitativer Beziehung. Während der Schläfelappen durch starke Faserzüge mit allen anderen Theilen der Hirnrinde in ausgiebiger Verbindung steht, ist die ganze transcorticale Faserung der Broca'schen Windung eine verschwindend geringfügige. Setzt man aber trotzdem den Fall, dass die Arbeit des abstracten Denkens im motorischen Rindenfelde der Sprache noch einmal geleistet wird, dass alle jene unzähligen Verbindungen der Wortbegriffe mit einander und mit allen Theilen der Rinde auch hier vorhanden sind, dann ist es in keiner Weise zu begreifen, warum die Rinde nicht im Stande sein soll, auch nur für einen einzigen Begriff das richtige Wort, die richtige Sprachbewegungsvorstellung zu finden, warum sie den Umweg über das Klangbild nicht entbehren kann.

Es scheint mir daher, dass das „Begriffscentrum" zum mindesten für alle formalen Bestandtheile der Rede und für die abstracten Begriffe, soweit die willkürliche Sprache in Betracht kommt, nicht die gesammte Rinde, sondern der Schläfelappen als das Klangfeld ist, dass hier vor allem die Rede geformt, in Sätze und Satzperioden geordnet wird. Allenfalls könnte man aus der Theorie folgern, dass für die Bezeichnung eines wahrgenommenen realen Objects mit seinem Namen eine unmittelbare Bahn zwischen dem Erinnerungsbilde des Objects und der Sprachbewegungsvorstellung des dazu gehörigen Wortes ausgeschliffen würde, dass also nach Durchtrennung der Sprachbahn a b wenigstens noch die einfachsten Dinge allein von der Sprachbewegungsvorstellung aus bezeichnet, also die Namen concreter Begriffe und wahrgenommener äusserer Dinge mittelst jener directen Bahn C b genannt werden könnten; dass dagegen die formalen Bestandtheile und die Formung der Rede bei einer solchen Verletzung zuerst und am leichtesten geschädigt würden.

In der That ist aber das gerade Gegentheil der Fall. Die Benennung concreter Begriffe und wahrgenommener realer Objecte wird stets am meisten geschädigt, während ein Wort um so leichter noch ausgesprochen werden kann, je abstracter es ist, je mehr es nur eine formale Beziehung zur Rede, aber keinen materiellen Inhalt hat. Für die concreten Begriffe ist, wie Kussmaul bemerkt, das Sinnenbild wesentlicher, als das Sinnbild; man kann sie sich auch ohne den Namen gut vorstellen; den abstracten Begriffen dagegen geben allein die Wörter ihre feste Gestalt. Die Namen der concreten Begriffe besitzen verhältnissmässig wenig Associationen, während ein Wortbegriff um so inniger mit vielen oder selbst allen anderen Vorstellungen und Vorstellungsreihen verknüpft sein muss, je abstracter und formaler er ist. Darum trennt eine leichte Schädigung den Namen des realen Objects von seinem Erinnerungsbilde, indess für das formale Wort Tausende von Associationen zerstört werden können, und immer noch Tausend andere übrig bleiben, um dasselbe ins Bewusstsein zu heben.

Die angeführten Gründe machen es mir wahrscheinlich, dass eine besondere Bahn C b für den Zweck der Sprache nicht besteht. Damit fällt die Lichtheim'sche Erklärung des klinischen Krankheitsbildes der transcorticalen motorischen Aphasie, und es wird nöthig, sowohl für dieses, als für das Krankheitsbild der Leitungsaphasie eine andere Erklärung zu suchen. In Bezug auf das erstere hat Freud darauf aufmerksam gemacht, dass man bei den wenigen bisher beobachteten Fällen niemals eine in der Markfaserung liegende Erweichung gefunden hat oder nach den Umständen des Falles hat annehmen können; immer handelte es sich entweder um eine Geschwulst oder eine äussere Verletzung. So war bei dem einen Hammond'schen Falle ein Knochensplitter in die Broca'sche Windung eingedrungen, nach dessen Entfernung der Kranke wieder willkürlich zu sprechen im Stande war. Bei dem Lichtheim'schen Patienten war ein Trauma vorausgegangen. Der Heubner'sche Fall, der neben den Erscheinungen transcorticaler motorischer Aphasie auch solche der gleichen sensorischen Form zeigte, hatte in der Broca'schen Windung nur einen kleinen, in der Rinde gelegenen Erweichungsherd an der vorderen Begrenzung des absteigenden Astes der Windung. In allen diesen Fällen war eine Unterbrechung transcorticaler

Fasern auszuschliessen. Vielmehr wies die Art und Weise oder der Sitz der Läsion darauf hin, dass es sich um eine Herabsetzung der Function der Broca'schen Windung handle, durch welche das willkürliche Sprechen verhindert, das Nachsprechen und laute Lesen, sowie das Dictatschreiben aber nicht gestört werde. Zur Erklärung der Thatsachen zieht Freud ein von Bastian angegebenes Gesetz herbei. Bastian sagt: Ein Centrum kann auf dreierlei Art in Thätigkeit treten, entweder durch den Reiz eines von aussen her kommenden Sinneseindrucks, oder durch auf dem Wege der Association kommende Antriebe von anderen Centren, sei es in Folge des Denkaktes oder in Folge einer in diesen zu Stande gekommenen Wahrnehmung, endlich durch willkürliches Hervorrufen eines früheren Eindrucks in der Form eines Erinnerungsbildes. Bei herabgesetzter Erregbarkeit fällt zuerst die Antwort des Centrums auf die willkürliche Erinnerung aus, bei weiterer Herabsetzung auch die auf dem Wege der Association bewirkte, und es bleibt dann nur noch die Reaction auf einen unmittelbaren äusseren Eindruck als automatische Antwort erhalten. Ich möchte dieses Gesetz etwas anders aussprechen, da ich das willkürliche Handeln eben als das Resultat der Association, des Denkens betrachte. Für einen in seiner Function geschädigten nervösen Apparat ist die Reizschwelle erhöht; er antwortet deshalb nicht mehr auf schwache, aber noch auf verstärkte Reize, sei es überhaupt, sei es in der normalen Weise. Nun wissen Sie, dass die Energie einer ablaufenden Vorstellungsreihe und ihre Kraft, Handlungen hervorzurufen, durch äussere Eindrücke wesentlich verstärkt wird, ganz besonders dann, wenn die Aufmerksamkeit schon ohnedies auf das zu beeinflussende Rindenfeld concentrirt ist. Kommt daher zu einer willkürlichen Erregung vom Schläfelappen her noch der Reiz des in der Acusticusbahn von aussen eindringenden Klanges hinzu, so wird die Erregung stark genug, um auch bei herabgesetzter Functionsthätigkeit des motorischen Sprachfeldes die vorhandenen Hindernisse zu überwältigen, wenn dieselben nicht allzumächtig sind. In ähnlicher Weise wie das von aussen erregte Klangbild kann das Schriftbild wirken. Hier verstärkt die auf der Opticusbahn einbrechende, von aussen kommende Erregung die im Gehirn vorhandene associative, und ermöglicht, über den Schläfelappen zur Broca'schen Windung gelangend,

das laute Lesen. Aus demselben Grunde kann auf Dictat noch zu einer Zeit geschrieben werden, wo das willkürliche Schreiben in Folge der Herabsetzung der Erregbarkeit in der Broca'schen Windung schon unmöglich geworden ist. Die sogenannte transcorticale motorische Aphasie ist demgemäss diejenige Form der corticalen motorischen Aphasie, bei welcher die Function des motorischen Sprachfeldes geschädigt, aber nicht völlig vernichtet ist.

Eine völlige Unterbrechung der Bahn a b ohne anderweitige schwere Schädigung ist, wie ich vorhin ausgeführt habe, nicht zu erwarten. Würde sie vorkommen, so müsste man als ihre Folgeerscheinung nach dem Vorgetragenen erwarten, dass die active Sprache überhaupt ausfiele. Es würde also ein Krankheitsbild zu Stande kommen, welches sich von der corticalen motorischen Aphasie nicht unterscheiden liesse. In ganz ähnlicher Weise würde auch eine gänzliche Vernichtung des akustischen Sprachfeldes a die active Sprache, selbst bei völliger Unversehrtheit der Broca'schen Windung, unmöglich machen und somit totale Aphasie herbeiführen. Ein solches Vorkommniss ist nicht auszuschliessen; es stellt die im vorigen Vortrage erwähnte dritte Möglichkeit des Vorkommens dauernder motorischer Aphasie ohne Erkrankung der linken unteren Stirnwindung dar.

Eine partielle Unterbrechung oder eine functionelle Herabsetzung in der Bahn a b würde dagegen im Stande sein, Paraphasie zu erzeugen. Als Folge des Ausfalls einer grösseren oder geringeren Anzahl von Associationsfasern aus einer jeder der Gruppen, welche ein jedes Klangbild mit der dazugehörigen Sprachbewegungsvorstellung verbinden, lässt es sich verstehen, dass die gewollten Wörter mit ähnlich lautenden vertauscht werden, oder dass falsche Buchstabenzusammenstellungen, Vertauschungen oder Auslassen von Buchstaben (literale Paraphasie) in denselben zum Vorschein kommen, bis in den äussersten Fällen überhaupt keine verständlichen Wörter mehr gesprochen werden. Die in a aufgegebenen Depeschen kommen in Folge der Störungen in der Leitung in b verstümmelt an. So war in dem ersten von Wernicke beschriebenen Falle von Leitungsaphasie die Insel nebst der darunter liegenden Faserung selbst unversehrt, dagegen der unmittelbar sich anschliessende Linsenkern von einer ausgedehnten Erweichung betroffen worden, welche die functionelle Schädigung

der Nachbartheile bewirkt hatte. In Fällen functioneller Herabsetzung der Erregbarkeit in der Bahn a b können die Kranken aus demselben Grunde, wie bei der sogenannten transcorticalen motorischen Aphasie, besser nachsprechen, als willkürlich sprechen.

---

Zerstörung des Centrums a ist nach Wernicke von corticaler sensorischer Aphasie gefolgt, und äussert sich darin, dass die Kranken worttaub sind und beim willkürlichen Sprechen Paraphasie zeigen. Lesen und Schreiben sind dabei verloren gegangen. Ich habe eben schon erwähnt, dass eine vollständige Zerstörung des akustischen Sprachfeldes totale Aphasie, also auch den völligen Verlust der activen Sprache zur Folge haben müsste. Deshalb muss das Klangfeld der Rinde grösser sein, als die erste und die obere Hälfte der zweiten Schläfewindung, welche man in zahlreichen Fällen, welche das von Wernicke beschriebene Krankheitsbild zeigten, zerstört gefunden hat. Ich nehme an, dass das Klangfeld sich über einen weit grösseren Theil des Schläfelappens, zum mindesten noch über die dritte Schläfewindung und wahrscheinlich über die hintere Hälfte der Insel erstreckt. Der Ausfall eines beliebigen grösseren Stückes aus diesem Gebiet muss durch die Schädigung der Associationen Paraphasie erzeugen. Aus den früher erörterten Gründen werden die Namen der concreten Begriffe leicht geschädigt werden, während die Füllwörter und die Formung der Rede sich am längsten erhalten. Dieses vollkommene Ausfallen, oder das schwierige Hervorrufen von Wortklangbildern hat man insbesondere als amnestische Aphasie bezeichnet. Unter die hierher gehörigen Krankheitsfälle und nicht zur Leitungsaphasie hat man, wie ich glaube, die umschriebenen Rindenzerstörungen in der Insel zu rechnen. Von besonderem Interesse ist ein Fall von Rosenthal, bei dem die Erweichung in der zweiten und dritten Schläfewindung sass. Alle diese Fälle zeigen Paraphasie und möglicherweise amnestische Aphasie; aber es fehlt ihnen die Worttaubheit. Es ist zu vermuthen, dass die Paraphasie, je nachdem die sie veranlassende Störung weiter vorn oder weiter hinten in dem grossen Rindenfelde sitzt, einen etwas verschiedenen Charakter tragen wird. Ist die Bahn a b in der

Nähe von b betroffen, so wird mehr die vorhin geschilderte Art der Störung sich zeigen. Sitzt die Erkrankung dagegen weiter hinten im Klangfelde, so werden beim Sprechen eher sinnverwandte Wörter mit einander verwechselt, oder verschiedene Wörter zu einem einzigen verschmolzen werden; die Paraphasie wird eher verbalen Charakter tragen.

In dem besonderen Falle, dass die Erkrankung in der ersten und der oberen Hälfte der zweiten Schläfewindung sitzt, tritt zu den Erscheinungen der Paraphasie noch die Worttaubheit hinzu. Es scheint mir, dass hierbei das Uebergreifen der Erweichung auf die Tiefe der Parallelfurche wesentlich ist. Wie Sie auf Fig. 48 bis 50 erkennen konnten, ist an dieser Stelle der Stabkranz des Schläfelappens nur durch eine verhältnissmässig dünne Faserlage von der Rinde getrennt. Auch der Antheil für die dritte Schläfewindung muss hier vorbei. Ein hier sitzender Erkrankungsherd kann deshalb durch geringfügiges Tiefergreifen oder schon durch die functionelle oder circulatorische Schädigung die ganze subcorticale Klangbahn functionsunfähig machen. Die Worttaubheit ist in diesen Fällen demzufolge als eine subcorticale Begleiterscheinung aufzufassen. Es handelt sich um ein ganz ähnliches Verhältniss, wie bei der Hemianopsie nach Rindenerweichungen in der Tiefe der Furchen des gyrus angularis.

Eine functionelle Störung des Klangfeldes wird sich ebenfalls in Paraphasie und Wortamnesie, in schweren Fällen in vorübergehender totaler Aphasie äussern. Diese Verhältnisse dürften besonders beim Abklingen aphatischer Erscheinungen nach einem schweren Insult bei allmählicher Wiederkehr der Function zu beachten sein, wo functionelle und anatomisch bedingte Störungen mit einander vorkommen. In allen solchen Fällen ist die Sprachtaubheit diejenige Erscheinung, welche am ehesten wieder verschwindet.

Es ist offenbar, dass in allen Fällen von sensorischer corticaler Aphasie je nach der Ausdehnung und der Schwere der Erkrankung mehr oder minder hochgradige Störungen im Lesen und Schreiben vorhanden sein müssen, welche nicht durch die Zerstörung oder unmittelbare functionelle Mitbetheiligung von Centren und Bahnen für das Gesicht oder die Hand bedingt sind, sondern einerseits auf die früher auseinandergesetzte Abhängigkeit der Schriftsprache vom Buchstabiren und vom Wort-

begriff hinweisen, andererseits eine Folge davon sind, dass die Schriftbilder nicht in unmittelbarer Association mit den Objectbegriffen stehen, sondern ihren psychischen Werth erst durch die Beziehung auf das Klangbild des Wortes erhalten.

---

Es fehlt nun noch die Unterbrechung der Bahn a C des Schemas, die transcorticale sensorische Aphasie. Auf diese Störung hat Lichtheim ein klinisches Bild bezogen, welches sich durch Verlust des Sprachverständnisses bei Erhaltensein der willkürlichen Sprache auszeichnet. Nachsprechen und Dictatschreiben geschehen richtig, aber ohne Verständniss; ebenso wird ohne Verständniss richtig laut gelesen. Das willkürliche Schreiben geschieht paraphasisch. Von drei beobachteten Fällen, welche auf diese Erkrankung zurückgeführt werden, konnte der schon erwähnte Heubner'sche Patient überhaupt nicht willkürlich sprechen, anscheinend wegen gleichzeitig bestehender transcorticaler motorischer Aphasie. Der Patient von Pick sprach mit hochgradiger, aber rein verbaler Paraphasie. Der Lichtheim'sche Patient zeigte nur Spuren von Paraphasie. Die zwei erstgenannten Fälle wiesen eine hochgradige Störung der Intelligenz auf. Alle drei Kranke erkannten gesehene Personen oder Gegenstände nicht, oder waren wenigstens nicht oder nur sehr schwer im Stande, dafür den richtigen Namen zu finden.

Eine vollständige transcorticale sensorische Aphasie würde, wenn sie vorkäme, das Sprachfeld von all seinen Verbindungen abtrennen. Ueber die Erscheinungen, welche in einem solchen Falle zu Tage treten würden, ist schwer zu urtheilen. Das ganze Gebiet der Hirnrinde würde dadurch in zwei grosse Theile getheilt, die geistige Thätigkeit halbirt werden, vorausgesetzt, dass überhaupt beide Theile weiter zu functioniren vermöchten. Indessen ist eine solche Erkrankung ohne anderweitige Schädigungen durch die anatomischen Verhältnisse ausgeschlossen. Sieht man von der Zwingenfaserung ab, über deren Beziehung zu Theilen des Klangfeldes sich nichts Bestimmtes aussagen lässt, so kommen als Hauptverbindungen des Schläfelappens mit der übrigen Rinde der gleichseitigen Hemisphäre das untere Längsbündel zum Hinterhauptlappen (6 und 7 Fig. 75) und das obere

(8) zu der convexen Fläche des Scheitel-Stirnlappens in Betracht. Die Verbindung mit der Broca'schen Windung (9) bleibt, als der Voraussetzung nach erhalten, ausser dem Spiel. Die Associationsfaserung für die andere Hemisphäre geht durch die vordere Commissur (16) und vor allem durch das tapetum (14). Die Projectionsfasern aus dem Schläfelappen (1, 1') laufen gerade zwischen den gleichseitigen Associationsfasern und dem tapetum hindurch. Ein einziger umschriebener Herd kann daher die gesammten Verbindungen des Schläfelappens ausser der mit der Broca'schen Windung nicht zerstören, ohne gleichzeitig die subcorticale Faserung mitzutreffen. In diesem Falle würde das Krankheitsbild von einer Zerstörung des Schläfelappens selbst wahrscheinlich nicht zu unterscheiden sein, abgesehen davon, dass hierbei eine hochgradige Beeinträchtigung der Rinde selbst kaum zu vermeiden wäre. Soll aber die transcorticale Faserung des Schläfelappens durch mehrere Herde vollständig zerstört werden, so müssten dieselben so ausgedehnt an verschiedenen Stellen des Gehirns sein, dass dabei wahrscheinlich ein vollständiges Daniederliegen der geistigen Thätigkeit eintreten würde. Es kann sich daher im einzelnen Falle immer nur um eine partielle Störung in der Function dieser Fasern handeln, die ihrerseits wieder complet oder incomplet sein kann, und in Folge der stets zu erwartenden Mitbetheiligung anderer Faserzüge, sowie von Rindentheilen, sei es entfernter Lappen, sei es des Klangfeldes selbst, unrein sein wird. Daher werden sich die Erscheinungen in jedem Falle verschieden gestalten. Die Grundlagen der Untersuchung werden hier so verwickelte, dass das Schema nach keiner Richtung hin mehr ausreicht. Eine der wesentlichsten Erscheinungen der transcorticalen Störung ist, dass in Folge der Unterbrechung der Bahn zwischen dem akustischen und den übrigen Rindenfeldern die Benennung gesehener, gefühlter, geschmeckter, gerochener Objecte je nach der Lage und Ausdehnung der Unterbrechung erschwert oder unmöglich gemacht wird. Ist die Functionsstörung eine erheblichere oder ausgedehntere, erstreckt sie sich insbesondere auf die Verbindungen mit beiden Hemisphären oder addirt sie sich zu einer allgemeinen Functionsstörung des Gehirns, wie bei der progressiven Paralyse oder den durch das Alter bewirkten Schädigungen der Hirnernährung hinzu, so kommt es zur Auflösung der concreten

Begriffe und damit zu sogenannter Asymbolie und Apraxie. Die Kranken wissen die von ihnen wahrgenommenen Dinge weder zu benennen, noch irgend etwas damit anzufangen.

Je nachdem die Verbindung des Klangfeldes mit den optischen, den tactilen u. s. w. Feldern gelöst ist, hat man eine optische, tactile u. s. w. Aphasie zu unterscheiden. Handelt es sich nur um eine Functionsherabsetzung der einzelnen Bahnen oder einen partiellen Ausfall derselben, so ist eine besondere Art der Paraphasie zu erwarten. Es werden, wenn die Verbindung mit beiden Hinterhauptlappen gelockert ist, Wörter beim Sprechen mit einander verwechselt werden, deren Gesichtsbilder einander ähnlich sind, und es werden in schwereren Fällen auch beim willkürlichen Sprechen diejenigen Klangbilder schwer oder gar nicht gefunden werden, in deren Objectsbegriffen das Theilerinnerungsbild des Gesichts die wesentlichste Rolle spielt. Ich komme bei Besprechung der Functionsstörungen der noch übrigen Rindenfelder auf die einzelnen Componenten der transcorticalen Aphasie zurück.

# Zehnter Vortrag.

Meine Herren! Für das centrale Sehen kommt beim Menschen die Rinde des Hinterhauptlappens und des unteren Scheitelläppchens in Betracht. Eine scharfe Abgrenzung dieses Rindenfeldes gegen das Klangfeld des Schläfelappens lässt sich auf Grund der bisherigen Beobachtungen nicht vornehmen. Es handelt sich um diejenigen Rindenparthien, nach deren Exstirpation Munk bei seinen Hunden und Affen einerseits Störungen in der Wahrnehmung und dem Erkennen der gesehenen Gegenstände, andererseits Störungen in der Thätigkeit der Augenmuskeln fand, und deren elektrische Reizung Bewegungen der Augen hervorbringt.

Man hat alle auf dieses Rindenfeld zu beziehenden krankhaften Erscheinungen unter dem Namen der Seelenblindheit zusammengefasst. Wie bei der Aphasie, so will ich auch hier diesen Namen in möglichst weitem Sinne gebrauchen, wenn schon hier noch weniger wie bei den Sprachstörungen diese Bezeichnung eine allgemein passende ist. Zwei Theorien existiren gegenwärtig, welche eine Erklärung der Beobachtungen am Menschen zu geben versuchen, von denen die eine von Wilbrand des Näheren ausgeführt ist, während die wesentlichen Grundzüge der anderen in der Arbeit von Lissauer enthalten sind. Es scheint, als ob gegenwärtig die Wilbrand'sche Theorie die meiste Aussicht hätte, zu allgemeiner Annahme zu gelangen. Das würde meines Erachtens einen Rückschritt gegenüber dem gegenwärtigen Stande der Lehre von den geistigen Functionen darstellen, wie dieselbe in der Betrachtungsweise der Aphasie angebahnt ist.

Die Wilbrand'sche Theorie kann man als die Theorie der localisirten Erinnerungsbilder bezeichnen. Die wesentlichen Grundzüge derselben und die Haupteinwände, welche sich dagegen geltend machen lassen, habe ich Ihnen bereits im fünften Vortrage auseinandergesetzt. Wilbrand nimmt in der Hirnrinde zwei functionell verschiedene Sehcentren an, ein Wahrnehmungsfeld, dessen Zellen den Antheilen der Netzhaut entsprechend angeordnet sind und kein Gedächtniss besitzen, und ein optisches Erinnerungsfeld, in dessen einzelnen Zellen je ein Gesichtserinnerungsbild enthalten ist, und in dem sich die Gesichtsvorstellungen in der Reihenfolge ihrer Erwerbung ansiedeln. Eine Erkrankung innerhalb des Wahrnehmungsfeldes macht dem zu Folge einen Gesichtsfelddefect, eine solche im Erinnerungsfelde lässt bestimmte Gruppen von Gesichtserinnerungsbildern ausfallen. In diesem Verlust der optischen Erinnerungsbilder erblickt Wilbrand das Wesen der Seelenblindheit. Wie mit dem Auge verhält es sich auch mit den anderen Sinnen, von denen jedem ein Wahrnehmungs- und ein Erinnerungsfeld zukommt. Ganz folgerichtig setzt Wilbrand diesem Aufbau als drittes Stockwerk ein Begriffscentrum auf, in dessen einzelnen Zellen die Begriffe, in der Reihenfolge, wie sie sich bilden, abgelagert werden. Eine jede Wahrnehmung ruft, nachdem sie im Gehirn zu Stande gekommen ist, zuerst das dazu gehörige Erinnerungsbild und mittelst desselben den Begriff wach. Vom Begriff aus werden dann die Erinnerungsbilder in anderen Sinnesfeldern, etwa der Name des zuerst gesehenen Gegenstandes, ins Bewusstsein gebracht. Erst später bilden sich zwischen den Erinnerungsfeldern der einzelnen Sinne directe Leitungsbahnen unter Umgehung des Begriffscentrums aus. (In seiner neuesten Arbeit erwähnt Wilbrand ein besonders localisirtes Begriffscentrum nicht.)

Diese Lehre ist dann von anderen immer weiter auf die Spitze getrieben worden; für jede Function und jeden kleinsten Theil einer Function, den man einmal krankhaft verändert fand, entstand ein eigenes Centrum bis zum Buchstabenzusammenfügungscentrum hinab. Ich will mich heute auf eine Beleuchtung dieser Theorie und der daraus sich ergebenden Schwierigkeiten und Widersprüche nicht einlassen; das Wesentlichste, was dagegen zu sagen ist, habe ich früher erwähnt. Ich will vielmehr den Versuch machen, Ihnen von einer Theorie der centralen

Sehstörungen ein Bild zu entwerfen, welche durch die Wernickesche Auffassung der Aphasie vorbereitet und von Lissauer in ihren Grundzügen angedeutet ist.

Zu diesem Zwecke muss ich Sie an die Ausführungen über das Zustandekommen des psychischen Sehens erinnern, die ich in einem früheren Vortrage gemacht habe. Ich setzte Ihnen damals auseinander, dass schon beim einfachsten Sehvorgang zwei mit einander associirte Empfindungen verschiedener Art in Betracht kämen, nämlich die einfache, Farbe und Intensität besitzende Lichtwahrnehmung, welche an sich nicht in die Anschauung des Raumes eingeht, und die Bewegungsvorstellungen, welche von den Bewegungen der Augenmuskeln herstammen und in ihren verschiedenen Associationen mit einander die Formen der gesehenen Gegenstände ergeben. Dementsprechend muss man zwei von einander verschiedene Rindenfelder annehmen: ein optisches Lichtfeld oder optisch-sensorisches Feld (O s Fig. 75), und ein optisch-motorisches Feld (O m).

Das optische Lichtfeld befindet sich, wie gegenwärtig wohl allgemein angenommen wird, auf der Medianfläche der Hemisphäre, in der Rinde des cuneus, des calcar avis und des gyrus lingualis des Hinterhauptlappens, in derjenigen Gegend also, welche durch die wiederholt hervorgehobenen anatomischen Unterschiede — das Vorwiegen der Körnerschichten, die starke Entwickelung des Vicq d'Azyr'schen Streifens in der Rinde, das stratum transversum cunei et gyri lingualis — sich von allen anderen Rindengegenden abhebt. Das Feld für die Augenmuskeln hat man im unteren Scheitelläppchen gesucht. Ich vermuthe, dass das optisch-motorische Feld viel grösser ist, dass es sich ausserdem noch über die ganze convexe Fläche und vielleicht über die untere Fläche des Hinterhauptlappens erstreckt und somit überall an das optische Lichtfeld anstösst. Ich nehme ein so ausgedehntes Rindenfeld in Anspruch, weil die optischen Bewegungsvorstellungen die feinsten und zahlreichsten von allen sind, da ja durch ihre Vermittelung uns die Formen aller gesehenen Gegenstände zum Bewusstsein kommen. Allerdings scheint es, dass Störungen in der willkürlichen Bewegung der Augen nur nach Erkrankungen des unteren Scheitelläppchens zur Beobachtung kommen. Das liegt wohl daran, dass an dieser Stelle die Projectionsfasern aus dem ganzen Rinden-

gebiete auf ihrem Wege zur Peripherie passiren müssen. Die durch die Erkrankung hervorgerufene conjugirte Abweichung der Augen wird durch das Eintreten der anderen Hemisphäre nach kurzer Zeit vollkommen ausgeglichen. Greift der Krankheitsprocess an dieser Stelle noch mehr in die Tiefe, so entsteht, durch die Betheiligung der im optischen Lichtfelde endigenden Stabkranzfasern, Hemianopsie. Wie früher erwähnt, zeichnet sich die Gegend dieses ganzen Feldes durch die starke Entwickelung kurzer, von oben nach unten ziehender Associationsfasern aus.

Beide Rindenfelder müssen durch eine Associationsbahn mit einander verbunden sein (Fig. 75, 17). Es scheint mir nicht unmöglich, dass diese Bahn durch das stratum transversum cunei et gyri lingualis gebildet wird, dessen Fasern aus dem Lichtfelde herauskommen, über und unter dem Hinterhorn nach aussen ziehen und sich hier in die Rinde der convexen Fläche, bis zum unteren Scheitelläppchen herab, zerstreuen.

Ferner kommen noch für das centrale Sehen diejenigen langen Associationsfasern in Betracht, welche die beiden optischen Rindenfelder mit den Rindenfeldern für die übrigen Sinne verbinden. Von diesen langen Bahnen fallen für die Frage der Seelenblindheit zwei Züge ganz oder beinahe aus, nämlich die Verbindungen mit dem Riechfelde und dem Schmeckfelde. Die meisten Menschen sind in der Lage, sich den Eindruck vorzustellen, den eine früher wahrgenommene Farbe macht, und zwei verschiedene erinnerte Farbeneindrücke in der Vorstellung gegen einander zu halten und mit einander zu vergleichen. Ebenso werden wohl die meisten unter Ihnen sich die Töne und die Klangfarbe einer Geige und einer Flöte und die dazwischen vorhandenen Unterschiede, oder die Stimme eines Bekannten scharf und genau vorstellen können. Dagegen sind nur sehr wenige Menschen im Stande, sich, wenn sie eine Rose oder ein Veilchen sehen oder deren Namen hören, die von diesen Blumen durch den Geruchssinn gewonnenen Eindrücke in die Erinnerung zurückzurufen und hier mit einander zu vergleichen; und ebensowenig vermögen die meisten Menschen die vier Geschmacksqualitäten, süss, sauer, salzig und bitter, sich sinnlich vorzustellen. In umgekehrter Richtung vom Geruch und Geschmack zu den anderen Sinnen, insbesondere zum Sprachfelde, sind die in Betracht kommenden Leitungsbahnen völlig frei. Der Geruch der Rose, der

Geschmack des Zuckers ruft sofort die damit verbundenen Gesichts-, Tast-, Gehörserinnerungsbilder hervor. Es scheint aus solchen Beobachtungen hervorzugehen, dass für die Leitung in entgegengesetzter Richtung verschiedene Fasern thätig sind, die allerdings unmittelbar neben einander liegen dürften, und die unabhängig von einander eingeübt werden; und dass auch im Gehirn das Gesetz der einseitigen Leitung von der Zelle zum Faserende Giltigkeit hat. Die ungleichseitige Einübung einer Bahn in entgegengesetzter Richtung, die bei den beiden rudimentären Sinnen so scharf hervortritt, kann natürlich auch bei allen anderen Bahnen statthaben, nur dass es hier theilweise von der individuellen Entwickelung abhängt, in welcher Richtung eine Bahn besser leitet. Wird ein dergestalt ungleich tüchtiger Associationszug von einer Schädlichkeit getroffen, welche seine Function nicht völlig aufhebt, aber erschwert, so kann sehr leicht der Fall eintreten, dass die Leitung in der einen Richtung noch möglich ist, während die schon vorher in Folge der mangelnden Uebung weniger leichte Leitung in der anderen Richtung aufgehoben erscheint.

Dass die Einübung der Bahnen in der Richtung zum Riech- und Schmeckfelde meist nur eine mangelhafte ist, mag zum Theil darin begründet sein, dass diese beiden rudimentären Sinne im Gegensatz zu den übrigen nur eine passive Bedeutung für uns haben, dass wir mit ihrer Hilfe zwar Qualität und Intensität wahrnehmen, aber nicht activ im Stande sind, Massverhältnisse zwischen verschiedenen Gerüchen und Geschmäcken abzuschätzen, wie wir es z. B. bei den Gesichtsbildern mit Hilfe der Innervationsempfindungen vermögen.

Diese beiden Bahnen zwischen den optischen Feldern einerseits, dem Geruchs- und Geschmacksfeld andererseits, mögen aus dem erwähnten Grund bei der Seelengeruchslosigkeit und Seelengeschmackslosigkeit eine Rolle spielen; bei der Untersuchung der Seelenblindheit dürfen wir sie vernachlässigen.

Somit bleiben nur zwei Gruppen von Associationsfasern übrig. Die erste ist die Verbindung zwischen dem optischen Rindenfelde und dem Klangfelde. Diese Fasern laufen für den gleichseitigen Hinterhauptlappen im unteren Längsbündel (Fig. 75, 6 und 7), für den entgegengesetzten Hinterhauptlappen in der Forceps-tapetumbahn (14). Da wir sowohl Farben wie Formen benennen können, muss die Bahn aus dem Klangfelde

sowohl Fasern für das optisch-motorische (7), wie solche für das optisch-sensorische Feld (6) enthalten. Die zweite Leitungsbahn setzt sich aus allen denjenigen Fasern zusammen, welche aus dem optischen Bewegungsfelde zu den Rindenfeldern für alle beweglichen und tastenden Körpertheile führen (10). Diese Fasern dienen dem früher erwähnten Complex der Bewegungsvorstellungen, dem in frühester Jugend erworbenen functionellen Zusammenhang aller Centren für Bewegungsvorstellungen, mittelst dessen in den verschiedenen Rindenfeldern die Vorstellungen von Bewegungen gleicher Richtung mit einander associirt werden.

---

Wir wollen nun, gerade wie bei der Untersuchung der Aphasie, die einzelnen Theile des zum Sehen dienenden centralen Apparates der Reihe nach durchgehen. Wir müssen hier wiederum subcorticale, corticale und transcorticale Störungen, sowie vollständige Vernichtung und blosse Herabsetzung der Function der einzelnen Bestandtheile unterscheiden.

Eine einseitige Unterbrechung der Bahn 3 (Fig. 75), welche vom Centrum für die Augenmuskelbewegungen, dem optischmotorischen Felde, zu den Kernen der Augenmuskeln im Höhlengrau des dritten und vierten Ventrikels und der Sylvi'schen Wasserleitung führt, bewirkt, insofern sie den centrifugalen Theil dieser Bahn trifft, eine vorübergehende Störung in der willkürlichen Bewegung beider Augen, und zwar, in Folge des Ueberwiegens der Antagonisten, conjugirte Ablenkung der Augen nach der erkrankten Seite. „Der Kranke sieht seinen Krankheitsherd an.“ Die Störung wird deshalb wieder ausgeglichen, weil sämmtliche Augenmuskeln beider Augen von jeder Hemisphäre aus innervirt werden können, und die unversehrte Hirnhälfte nach einiger Uebung vollkommen die Function der ausgeschalteten übernimmt. Doppelseitige Unterbrechung der Bahn erzeugt vollständige Lähmung der äusseren Augenmuskeln, gerade wie die Polioencephalitis superior, die der Bulbärparalyse entsprechende Erkrankung der Nervenkerne für die Augenmuskelnerven.

Insofern die Unterbrechung den centripetalen Theil der Bahn träfe, der sich im Stabkranz mit dem centrifugalen vereinigen muss, würde die Wahrnehmung der Innervations- und

Muskelempfindungen der Augenmuskeln und der Spannungsempfindungen aus dem Augenhöhleninhalte einseitig oder doppelseitig, vorübergehend oder dauernd gestört werden.

Wie es scheint, besteht in Bezug auf die Augenbewegungen zwischen dem Menschen und den Hunden und Affen ein Unterschied. Sie erinnern sich, dass bei letzteren sowohl durch Reizung der Hinterhauptlappen, als auch weit nach vorn, im Stirnlappen gelegener Rindenparthien, Augenbewegungen erzielt werden konnten, ohne dass beide Centren hierfür in associativer Beziehung standen. Im Hinterhauptlappen selbst schien sich eine Trennung in ein optisch-motorisches und ein optisch-sensorisches Feld nicht vorzufinden. Es muss der Zukunft überlassen bleiben zu entscheiden, ob auch beim Menschen ein zweites Centrum für Augenmuskelbewegungen im Stirnlappen existirt, und ob auch vom optischen Lichtfelde aus, ohne Betheiligung des Bewegungsfeldes, reflectorisch Augenbewegungen ausgelöst werden können, oder ob hier vielleicht eine Differenzirung stattgefunden hat, indem sich die Rindenvertretung der Augenmuskeln von derjenigen der ähnlichen Zwecken dienenden Nacken- und Halsmuskeln, vollkommen abgelöst hat und in unmittelbare Nähe des optisch-sensorischen Feldes gerückt ist. Bei der Ausdehnung der Functionen der Grosshirnrinde ist von dem wachsenden optischen Bewegungsfelde das Lichtfeld ganz auf die mediane Fläche hinübergedrängt worden.

Unterbrechung der Bahn 2 (Fig. 75) vom optischen Lichtfelde zum Auge erzeugt subcorticale Hemianopsie, gleichgiltig, an welcher Stelle der Bahn vom Chiasma der Sehnerven an aufwärts bis zu ihrer Einmündung in die Rinde die Unterbrechung statt hat. Das beruht darauf, dass beim Menschen, gerade wie bei den Affen, einer jeden Sehsphäre die homonymen Hälften beider Netzhäute zugeordnet sind, als z. B. das linke optisch-sensorische Feld (Fig. 79, O s) mit der lateralen Hälfte der linken (R) und der medianen Hälfte der rechten (R') Netzhaut in Verbindung steht. Der linksseitigen Erkrankung folgt daher, wegen der Umkehrung der Richtungen im Gesichtsfelde, rechtsseitige Hemianopsie; der Erkrankte sieht nicht, was in der rechten Hälfte seines Gesichtsfeldes vor sich geht. Um zu unterscheiden, ob die Unterbrechung zwischen dem Chiasma und den subcorticalen Sehcentren, dem Pulvinar und seiner Nachbarschaft, oder in

diesen letzteren, oder ob sie in der Sehstrahlung, innere Kapsel und Stabkranz, jenseits der ersten Endigungsstätten der Sehnerven sitzt, kann man sich des Pupillarreflexes bedienen. Der Reflexbogen, mittelst dessen die Verengerung der Pupille auf Lichteinfall zu Stande kommt, fällt bis zum Eintritt in den Sehhügel (Pu Fig. 79) mit der übrigen optischen Faserung (No—To) zusammen. Von hier laufen die den Reflex vermittelnden Fasern zu dem Oculomotoriuskern (Sph K) für den Verengerer der Iris, welcher ganz vorn am aquaeductus Sylvii, vielleicht schon im Höhlengrau des dritten Ventrikels liegt. Liegt die Unterbrechung der Opticusbahn in To oder in Pu, so wird dadurch auch der sensible Antheil des Reflexbogens unterbrochen, soweit die ausser Function gesetzten homonymen Hälften beider Netzhäute in Betracht kommen. Wirft man daher in einem solchen Falle mit Hilfe eines Spiegels abwechselnd Licht auf die eine oder die andere Hälfte einer Netzhaut, so findet man die von Wernicke beschriebene Erscheinung der hemianoptischen Pupillenstarre; von den sehenden Hälften der Netzhäute aus wird die Pupille verengert, von den nicht sehenden aus tritt der Reflex nicht ein, oder zeigt sich doch sehr verringert, indem eine ganz einseitige Beleuchtung des Auges in Folge der Lichtzerstreuung innerhalb seiner brechenden Medien sich nicht erzielen lässt. Bei gleichmässigem Lichteinfall in das ganze Auge erscheint, wegen des Ausfalls der einen Hälfte der Wirkung, die Reaction desselben auf Lichteinfall gegen die Norm verringert; es verschiebt sich also, wie Magnus hervorhebt, das Verhältniss zwischen der Verengerung der Pupille bei Convergenz und der reflectorischen Verengerung bei Lichteinfall zu Ungunsten der letzteren, und es tritt ein der reflectorischen Pupillenstarre bei Tabes oder progressiver Paralyse ähnliches Verhalten ein. Befindet sich die Unterbrechung der optischen Bahn zwischen den subcorticalen Centren und der Rinde, so bleibt der ganze Reflexbogen unberührt.

In dem bei der subcorticalen Hemianopsie selbst unversehrten Lichtfelde in der Rinde bleibt die Erinnerung an das früher gesehene Licht erhalten. Es ist daher anzunehmen, wie Mauthner behauptet, dass diese Kranken noch ein Bewusstsein von der ausgefallenen Hälfte des Gesichtsfeldes haben, dass sie, auch nach völliger Unterbrechung des Sehstreifens oder der Sehstrahlung, schwarz sehen.

Eine vollständige Unterbrechung der optischen subcorticalen Bahn beiderseits bewirkt Blindheit als Summe einer doppelseitigen Hemianopsie. Je nach dem Sitze der Zerstörung fällt in solchen Fällen der Pupillarreflex ganz aus, oder bleibt vollständig erhalten. Partielle Läsionen und blosse Functionsherabsetzungen der subcorticalen Bahn dürften sich von der entsprechenden Erscheinung bei corticalen Erkrankungen kaum unterscheiden lassen. Die Ursache der Unterbrechung der subcorticalen optischen Bahn kann ein die Bahn selbst unmittelbar treffender Herd in der inneren Kapsel oder dem Stabkranz des Hinterhauptlappens sein. Von besonderem Interesse ist die mehrfach hervorgehobene Erscheinung, dass Rindenerkrankungen besonders im unteren Scheitelläppchen, aber auch im vorderen Antheile der convexen Fläche des Hinterhauptlappens, wenn sie auch nur wenig in die Tiefe der Markfaserung eindringen, oder die Function derselben durch Circulationsstörungen schädigen, vorübergehend oder dauernd Hemianopsie hervorbringen. Bei ganz oberflächlichen Herden, die sich auf die Rinde beschränken, tritt keine Störung der Gesichtswahrnehmungen ein.

Rechtsseitige Hemianopsie stört besonders beim Lesen, insofern man dabei die Zeilen nicht überblickt und nicht sieht, welches Wort folgt; die linksseitige Erkrankung hindert dagegen mehr beim Schreiben, indem der Betroffene nicht sieht, was er schon geschrieben hat, und daher leicht etwas doppelt schreibt oder auslässt, und nicht im Stande ist, in gerader Linie zu schreiben. Doch hängt die Stärke dieser Störungen davon ab, ob die Trennungslinie beider Gesichtsfeldhälften genau durch den Fixirpunkt geht, oder, wie es häufig der Fall ist, zu Gunsten der sehenden Hälfte um einige Grade demselben ausweicht.

Wird das optisch-sensorische Feld selbst (Fig. 75 O s) auf einer Seite zerstört oder seiner Function gänzlich beraubt, so entsteht corticale Hemianopsie. Dabei dürften die Kranken das Bewusstsein der ausfallenden Gesichtsfeldhälfte überhaupt verlieren. Sie sehen nach der einen Seite hin nicht schwarz, wie bei der subcorticalen Form, sondern gar nicht, gerade so wenig, wie wir ein Gesichtsfeld nach hinten besitzen, oder mit dem blinden Fleck, oder der Fingerspitze sehen können. Beiderseitige Zerstörung des Lichtfeldes bewirkt vollständige Rindenblindheit. Der Kranke verliert dabei auch die Erinnerung an das früher

gesehene Licht. In solchen Fällen tritt nothwendig eine Störung der Intelligenz ein, indem diejenigen concreten Begriffe, die sich ausschliesslich oder wesentlich auf den von den Gegenständen hervorgerufenen Licht- und Farbeneindrücken aufbauen, wie der des Himmels und der Himmelserscheinungen, vernichtet oder schwer geschädigt werden. Die Erinnerung an die Form der Gegenstände bleibt dabei, auch soweit sie durch den Gesichtssinn erworben ist, unberührt.

Bei der Hemianopsie geht die Trennungslinie beider Gesichtsfeldhälften, wie ich eben schon erwähnte, nicht immer genau durch den Fixirpunkt. Es handelt sich dann immer darum, dass ein grösserer Bezirk auf die sehenden Netzhauthälften fällt, sei es dass die Trennungslinie in der Nähe des Fixirpunktes um einige Grade nach der blinden Seite hin ausbiegt, sei es dass sie ihrer ganzen Länge nach einige Grade seitlich vom verticalen Meridian verläuft. Es scheint daraus hervorzugehen, dass in vielen Fällen ein in der Mitte gelegenes, grösseres oder kleineres Stück der Netzhaut, insbesondere die Stelle des deutlichsten Sehens, Fasern in beide optisch-sensorischen Felder hineinschickt.

Welche Folgen eine partielle Zerstörung eines Lichtfeldes nach sich zieht, lässt sich zur Zeit mit Gewissheit noch nicht angeben. Ist, wie Wernicke annimmt, das Munk'sche Schema für den Affen auch beim Menschen giltig, so sollte man erwarten, dass Defecte in der Sehsphäre Gesichtsfelddefecte hervorrufen, welche je nach dem Sitz der Erkrankung sich auf eines oder beide Augen erstrecken und hier ganz verschiedenartige Formen annehmen können. Gestützt auf die Thatsache, dass man nicht selten kleinere oder grössere homonyme Defecte in beiden Gesichtsfeldern findet, welche einander genau gleichen, hat Mauthner die Vermuthung ausgesprochen, dass die aus identischen Punkten beider Netzhäute kommenden Fasern an der gleichen Stelle der Sehsphäre ihr centrales Ende finden, sodass die Projectionen der homonymen Netzhauthälften in beiden Lichtfeldern einander Punkt für Punkt decken. Wilbrand hat sich in seiner jüngst erschienenen Arbeit, um alle vorkommenden Defecte, sowohl die ähnlichen, wie die unähnlichen erklären zu können, auf eine Art von vermittelnden Standpunkt gestellt; er nimmt an, dass jedem Empfindungskreise der Netzhaut auch ein elementares Wahrnehmungsfeld entspricht, und dass die Anordnung dieser

den homonymen Netzhauthälften zugehörigen Wahrnehmungsfelder in der entsprechenden Sehsphäre bei verschiedenen Menschen eine ganz verschiedene sein könne. Für jeden Fall ein besonderes Schema aufzustellen, ist freilich ein sehr bequemer Weg; man kann damit Alles, was je vorkommt, erklären. Indessen glaube ich doch, dass Wilbrand in seiner sonst sehr anerkennenswerthen Arbeit das an sich ganz richtige Princip der Individualisirung etwas zu sehr auf die Spitze getrieben hat.

Im Sehstreifen liegen nach den Resultaten der überwiegenden Mehrzahl der Untersuchungen das Bündel aus dem gekreuzten und dasjenige aus dem gleichseitigen Auge noch unvermischt neben einander. Ist die Mauthner'sche Annahme richtig, so müssen sich centralwärts die beiden Bündel so mit einander verflechten, dass Fasern aus identischen Netzhautpunkten neben einander zu liegen kommen. Es ist die Frage, wo diese Umordnung zu Stande kommt, ob schon im Sehhügel und seinen Anhängseln, oder in der inneren Kapsel, oder im Stabkranz des Hinterhauptlappens. Es ist nicht auszuschliessen, dass erst in unmittelbarer Nähe der Rinde jenseits der dichten Schicht der Sehstrahlung die Verflechtung statt hat. In diesem Falle dürfte man nach einer Läsion, welche die Rinde selbst getroffen hat, einen gleichen Defect in beiden Gesichtsfeldern erwarten; bei kleinen Krankheitsherden unterhalb der Rinde dagegen, wenn gerade die Umlagerungsstelle der Fasern getroffen wurde, nur mehr oder minder ähnliche oder auch ganz unähnliche Defecte. Weitere Untersuchungen, insbesondere sehr genaue pathologisch-anatomische Befunde, werden die Sachlage aufklären. Diese Feststellung hat deswegen eine ganz besondere Wichtigkeit, weil die Frage, wie genau die Projection der Körperoberfläche auf die Gehirnrinde ist, und wie weit die Localisation hier geht, voraussichtlich an dieser Stelle zuerst und am leichtesten entschieden werden wird.

Wenn das ganze Lichtfeld bis auf ein kleines Stückchen zerstört ist, so werden innerhalb der erhaltenen kleinen Fläche, vorausgesetzt dass die Function dieser selbst nicht geschädigt ist, und dass sie nicht der äussersten Peripherie der Netzhaut angehört, noch alle möglichen Lichtwahrnehmungen ungestört zu Stande kommen. Intensität, wie Farbe des Lichtes werden genau unterschieden werden. Diese beiden Dinge sind innerhalb

des Lichtfeldes nicht weiter localisirt, sie haften jedem Punkte desselben an. Ob man als physiologisches Correlat der verschiedenen Farbenempfindungen moleculare Schwingungen in verschiedenen Ganglienzellen der Rinde oder eine verschiedene Form der molecularen Schwingung in derselben Zelle anzunehmen hat, mag dahingestellt bleiben. Die Farbentheorien lassen hier vollständig im Stich; psychisch ist die Empfindung jeder einzelnen Farbe eine einfache und für die verschiedenen Farben gleichartig.

Seelenblindheit, d. h. die Erscheinung, dass die deutlich gesehenen Dinge nicht erkannt werden, kann eine Erkrankung des Lichtfeldes nicht bewirken. Es giebt eine Anzahl von Gegenständen, die beim Sehen mit Hilfe des Lichtfeldes allein erkannt werden, bei denen für das Erkennen die Form in den Hintergrund tritt und das Wesentliche der Gesichtswahrnehmung nur in der Farbe und dem Glanze besteht, wie z. B. Siegellack, Kohle, Schwefel, die Metalle und andere. Diese Dinge können von dem kleinsten Stückchen der Sehsphäre aus, in einem geringfügigen Ueberbleibsel des Gesichtsfeldes erkannt werden. Ein Verkennen der Form kann vom Lichtfelde aus überhaupt nicht herbeigeführt werden. Ich habe früher ausgeführt, dass das Erkennen der Form nicht an die absolute Lage der Netzhautpunkte, sondern an die relative Lage irgend welcher Netzhautpunkte zu einander geknüpft ist, sofern nur die Summe und Reihenfolge der das Lageverhältniss je zweier Netzhautpunkte zu einander ausdrückenden Localzeichen, also die optische Bewegungsvorstellung die gleiche bleibt. Deshalb kann die Erkennung der Form mittelst des kleinsten noch übrig gebliebenen Gesichtsfeldstückchens stattfinden, soweit mit demselben auf einmal oder beim Bewegen des Auges noch eine Fläche überblickt werden kann.

Von besonderem Interesse ist eine geringe Anzahl von Fällen, in welchen, trotz doppelseitiger Hemianopsie, ein minimales Gesichtsfeld von nur wenigen Graden unmittelbar am Fixirpunkt erhalten blieb. Förster nimmt zur Erklärung eines solchen von ihm beobachteten Falles an, dass die Stelle des deutlichsten Sehens in der Hirnrinde unter besonders günstigen Ernährungsverhältnissen steht, sodass sie den Folgen einer Gefässverstopfung durch die Hilfe collateraler Arterienäste entgeht. Vom anatomischen Standpunkte aus lässt sich darüber

nichts sagen. Sectionsbefunde liegen nicht vor, sodass auch die Frage, ob es sich in solchen Fällen um eine Erkrankung der Rinde oder der Projectionsfaserung handelt, noch nicht zu entscheiden ist.

Monakow hat in seiner neuesten Abhandlung besonders betont, dass in Folge der Unterbrechung der optischen subcorticalen Bahn in den primären optischen Centren die Möglichkeit vorliegt, dass auch nach partiellen Zerstörungen im optischen Wahrnehmungsfelde keine Gesichtsfelddefecte zur Beobachtung kommen. Die sich im Pulvinar und seinen Nachbartheilen ausbreitende Erregung kann hier Zellen erreichen, deren Endverästelungen in unzerstört gebliebenen Theilen der Rinde sich befinden. Nimmt man ferner an, dass von dem dem gelben Fleck zugeordneten Stücke der primären Centren Fasern nach allen Theilen des optischen Feldes verliefen, so wäre es verständlich, warum das innerste, den Fixirpunkt unmittelbar umgebende Stück des Gesichtsfeldes so häufig der Functionsvernichtung entgeht. Man bedarf dann zur Erklärung dieser Fälle nur der Annahme, dass ein irgendwo belegenes kleines Theilchen des Wahrnehmungsfeldes von der Zerstörung durch den krankhaften Process verschont geblieben sei. Diese Monakow'schen Annahmen scheinen mir in der That sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich zu haben.

Um den Störungen näherzutreten, durch welche eine blosse Herabsetzung der Function des optischen Lichtfeldes sich verräth, ist es nothwendig, auf die eigenthümlichen Verhältnisse, welche das Gesichtsfeld des gesunden Menschen darbietet, kurz einzugehen. Die äusserste Zone der Netzhaut, von welcher aus überhaupt noch Lichtempfindungen zu erhalten sind, ist zur Wahrnehmung von Farben nicht geeignet. Erst wenn das Bild eines gefärbten Objectes sich dem Fixirpunkt bis zu einem gewissen Grade genähert hat, wird die Farbe des Objects wahrgenommen; und zwar erscheint zuerst die blaue Farbe, dann innerhalb eines weiter innen gelegenen Parallelkreises roth, am wenigsten ausgedehnt ist das Gesichtsfeld für grün. Von der alleräussersten Zone der Netzhaut aus erhalten wir, obwohl dieselbe noch nervöse Elemente zeigt, unter normalen Verhältnissen gar keine Lichtempfindung. Man hat diese Erscheinungen auf besondere Eigenthümlichkeiten der Netzhaut bezogen und das Ausfallen einzelner der vorausgesetzten drei Arten farbenempfindlicher Netzhautzellen für die partielle und totale Farbenblindheit in den äusseren Parthien des Gesichtsfeldes verantwortlich gemacht.

Von Freund ist neuerdings nachgewiesen worden, dass bei einer Krankheit, die auch sonst sich durch das Vorkommen von

Hyperästhesien auszeichnet, bei der traumatischen Neurose, eine Ausdehnung des Gesichtsfeldes über die für gewöhnlich blinde Randzone der Netzhaut stattfinden kann, und dass dabei gleichzeitig die Grenzen für die Wahrnehmbarkeit der Farben nach aussen erweitert sind. Von anderer Seite ist gezeigt worden, dass die äusseren, scheinbar farbenblinden Parthien der Netzhaut, auch beim Gesunden bei sehr intensiver Reizung sehr wohl die Wahrnehmung von Farben ermöglichen. Daraus geht hervor, dass die Ursache für die Abstumpfung der Function nicht in der Netzhaut, sondern in den empfindenden Theilen, also im optischen Lichtfelde der Hirnrinde liegt.

Dementsprechend zeigt sich die Herabsetzung der Function des ganzen Lichtfeldes nach zwei Richtungen hin. Einmal kommt es zu concentrischer Einengung des Gesichtsfeldes; die gegen Licht unempfindliche Netzhautzone schiebt sich gegen den Fixirpunkt hin zusammen. Sodann rücken die Farbengrenzen gegen die Mitte hin, und es kann bei hochgradiger Abstumpfung schliesslich die Empfindung der Farben theilweise oder sogar gänzlich ausfallen. Es wird dann in einem verhältnissmässig engen Gesichtsfelde nur noch grau in grau gesehen. Dabei wäre es nicht ausgeschlossen, dass eine intensivere Reizung die Grenzen des verkleinerten Gesichtsfeldes wieder hinausschöbe und an vorher farbenblinden Stellen wieder Farben erkennen liesse. Eine partielle Herabsetzung der Function im Lichtfelde wird sich durch den Ausfall der Farbenempfindung für mehrere oder alle Farben in einem umschriebenen Theile des Gesichtsfeldes verrathen. Verringerung der Sehschärfe ist mit der blossen Schädigung der Function des Lichtfeldes nicht nothwendig verbunden. Sie wird erst eintreten, wenn die Verbindung zwischen optisch-sensorischem und optisch-motorischem Felde stark erschwert ist, da die Sehschärfe viel mehr eine Function des letzteren Feldes ist, als eine solche des Lichtfeldes. Auch bei einer blossen Schädigung des Lichtfeldes kann keine Seelenblindheit eintreten, da das Nichterkennen von Gegenständen, wie von Siegellack und dergleichen, dabei Hand in Hand mit der Verschlechterung des Sehens selber geht.

Die aus einer Unterbrechung oder Schädigung der Associationsbahn 17 (Fig. 75) zwischen beiden optischen Feldern hervorgehenden Störungen, die sich aus dem Schema leicht ableiten liessen, bedürfen keiner besonderen Untersuchung, weil eine

solche Unterbrechung ohne gleichzeitige schwere Schädigung subcorticaler und anderer transcorticaler Bahnen aus anatomischen Gründen nicht vorkommen dürfte.

Ich wende mich deshalb gleich zu der Betrachtung derjenigen corticalen Sehstörungen, welche bei Erkrankung des optischen Bewegungsfeldes zu erwarten sind. Ich muss zu diesem Zwecke etwas näher auf die Verhältnisse der Gesichtserinnerungsbilder eingehen, welche ich Ihnen in ihren Grundzügen im fünften Vortrage auseinandergesetzt habe. Ich hatte Sie damals darauf aufmerksam gemacht, dass die Auffassung der Form eines gesehenen Gegenstandes nicht durch die absolute Lage derjenigen Netzhautpunkte, welche sein Bild trifft, bedingt wird, sondern dass es die relative Lage solcher Punkte zu einander, bezw. zum Fixirpunkte des Gesichtsfeldes ist, welche dabei in Betracht kommt. Wir haben gesehen, dass Formen, welche einander mathematisch ähnlich sind und die gleiche Orientirung zu unserem Auge besitzen, uns trotz ihrer verschiedenen absoluten Grösse als durchaus gleichartig erscheinen. Dahin gehören z. B. die in verschiedenen Grössen gedruckten Buchstaben:

n n n, d d d, z z z.

Dagegen erscheinen uns selbst Formen von mathematischer Congruenz unähnlich, wenn sie gegen einander verdreht, oder gar auf den Kopf gestellt sind, wie z. B. die Buchstaben:

n u, d p, N Z.

Als Grund für diese Erscheinungen haben wir angenommen, dass wir die einzelnen Netzhautpunkte, bezw. die ihnen entsprechenden Rindeneinheiten des optischen Lichtfeldes nicht an sich von einander unterscheiden, sondern dass wir dazu der Innervationsempfindungen aus den Augenmuskelkernen bedürfen, welche zu Stande kommen, indem wir an die Stelle des einzelnen durch einen Lichteindruck gereizten Netzhautpunktes den Mittelpunkt des gelben Fleckes bringen. Für Netzhautpunkte, welche auf demselben Halbmeridian sich befinden, treten für diesen Zweck genau dieselben Augenmuskeln zusammen, und es bleibt das Verhältniss der Stärke, mit welcher ein jeder der zusammenwirkenden Augenmuskeln innervirt wird, das gleiche; für verschiedene Halbmeridiane ändert sich das Verhältniss der Innervationsstärken der einzelnen Muskeln.

Wir haben eine jede bestimmte Combination der Augenmuskeln als einen einheitlichen Innervationsvorgang aufgefasst und uns denselben central im optischen Bewegungsfelde als in einer bestimmten Rindeneinheit vertreten vorgestellt. In dieser Rindeneinheit kommt jene bestimmte Art der Innervation zum Bewusstsein, von ihr aus kann die letztere willkürlich ausgelöst werden. Alle Netzhautpunkte, welche auf einem Halbmeridian liegen, stehen also mit Hilfe der ihnen entsprechenden Punkte des optischen Lichtfeldes zu derselben Rindeneinheit des optischen Bewegungsfeldes in fester associativer Beziehung, nur ist die Innervationsempfindung um so stärker, je weiter der Netzhautpunkt vom Mittelpunkte des gelben Fleckes entfernt ist. Der grösseren Form entspricht also nicht eine moleculare Bewegung in anderen, sondern eine verstärkte moleculare Bewegung in denselben Rindeneinheiten des Bewegungsfeldes.

Wir haben ferner gesehen, dass die Form des von uns als Beispiel benutzten Dreiecks durch drei von einander verschiedene Innervationsvorgänge unabhängig von seiner absoluten Grösse eindeutig bestimmt war. Die optische Bewegungsvorstellung, d. i. das Erinnerungsbild der Form des Dreiecks, können wir uns als eine zusammenhängende Kette dreier Associationsfasern vorstellen, welche drei Rindeneinheiten mit einander verknüpfen. Nahmen wir den einen Eckpunkt des Dreiecks als im Fixirpunkt liegend an, so handelte es sich um die Rindeneinheiten derjenigen beiden Netzhautradien, auf welchen die beiden anderen Eckpunkte des Dreiecks lagen, und um denjenigen Meridian, welcher der Verbindungslinie dieser beiden Eckpunkte parallel lief. Die drei Eckpunkte, an denen wir das Dreieck erkennen, wollen wir, insofern sie dem äusseren wahrgenommenen Gegenstande angehören, seine äusseren Erkennungspunkte nennen (wobei eine jede metaphysische Betrachtung aus dem Spiele bleibt), die drei bei der Wahrnehmung in Thätigkeit tretenden Associationsfasern wollen wir dagegen als seine inneren Erkennungspunkte bezeichnen. Es ist klar, dass ein innerer Erkennungspunkt nicht einem äusseren, sondern dem relativen Lageverhältnisse zweier äusserer Erkennungspunkte entspricht.

Eine jede zusammengesetzte Form können wir als aus lauter Dreiecken bestehend betrachten. Die optische Bewegungsvorstellung derselben, ihr Erinnerungsbild, stellt sich dann als eine lange Kette

aneinander hängender Associationsfasern dar, welche diejenigen Rindeneinheiten der Reihe nach verknüpfen, die bei der Wahrnehmung der Form erregt worden sind; je nach Umständen können dabei mehr oder weniger Zwischenassociationen zwischen den verschiedenen Rindeneinheiten ausgeschliffen werden, sodass statt einer Kette ein Netzwerk von Associationen zu Stande kommt. Ein jedes solches Netzwerk erstreckt sich über die ganze Ausdehnung des optischen Bewegungsfeldes hin. Einzelne bestimmte Associationsfasern gehören dabei nicht etwa dem Erinnerungsbilde einer einzelnen bestimmten Form an; vielmehr stellen dieselben Associationsfasern in verschiedener Combination die Erinnerungsbilder aller möglichen von einander verschiedenen Formen dar, gerade wie dieselben Punkte der Netzhaut zur Aufnahme der verschiedensten Bilder dienen.

Sobald die Grösse eines sich auf der Netzhaut abbildenden Gegenstandes einen ziemlich gering zu bemessenden Raum überschreitet, sind wir nicht mehr im Stande, die Form desselben auf einen Blick in uns aufzunehmen, sondern müssen die verschiedenen bei Aenderung der Blickrichtung wahrgenommenen Theile der Form mit einander überassociiren.

Indem wir die Form eines Gegenstandes wahrnehmen, prägen wir dieselbe nicht als ein Ganzes mit allen ihren einzelnen Punkten unserem Gedächtnisse ein, sodass wir ein wirkliches Flächenbild erhielten, nicht einmal alle durch irgend etwas Besonderes sich hervorhebenden Punkte und Linien des Umrisses, der Farben- und Beleuchtungsgrenzen nehmen wir in uns auf; vielmehr ist es meist, insbesondere beim ersten Betrachten, nur eine verhältnissmässig geringe Anzahl von Punkten, deren Lageverhältnisse in unserer Erinnerung sich erhalten, und an denen wir, als an seinen Erkennungspunkten, den Gegenstand später seiner gesehenen Form nach wiedererkennen. So erkennen wir ein Portrait an ganz wenig Strichen, die ein geschickter Zeichner hinwirft. Die Möglichkeit, eine Form wiederzuerkennen, ist an sich noch nicht mit der Fähigkeit verbunden, dieselbe sich aus der Erinnerung heraus klar vorzustellen, oder sie gar mit Hilfe eines anderen motorischen Gebietes wiederzugeben, sie nachzuzeichnen. Das liegt daran, dass unser Wiedererkennen sowohl wie unsere Erinnerung eines Gegenstandes meist nicht auf der Thätigkeit eines einzigen Sinnesgebietes beruht, sondern dass dazu die Verbindung mit

Theilerinnerungsbildern mindestens eines anderen Sinnesgebietes und weiterhin mehr oder minder mit dem gesammten Vorstellungsinhalte nöthig ist. Das Vorhandensein von bestimmten Associationen in der Richtung vom optisch-motorischen Felde etwa zum Klangfelde bewirkt aber, wie ich schon früher bemerkte, keineswegs dass die entsprechenden Associationen auch in umgekehrter Richtung in der geeigneten Weise zusammenarbeiten können, und noch weniger, dass ohne Weiteres die für die Wiederholung einfacher Bewegungen vorhandenen Associationsgruppen vom optisch-motorischen Felde nach den Feldern für die anderen beweglichen Körpertheile auch zur Wiedergabe einer beliebigen complicirten gesehenen oder erinnerten Form benutzt werden können. Für den letzteren Zweck ist die feine Ausarbeitung von Associationen innerhalb der transcorticalen Faserung zwischen optisch-motorischem und anderen motorischen Rindenfeldern, also die weitere Ausbildung des Complexes der einfachen Bewegungsvorstellungen aller beweglichen Körpertheile, nothwendig. Erst die Uebernahme einer gesehenen Form auf diesen Complex giebt den meisten Menschen die Möglichkeit, dieselbe aus der Erinnerung heraus vorzustellen.

Die Fähigkeit, schon beim ersten Anblick oder überhaupt eine grössere Anzahl von Erkennungspunkten eines gesehenen Objects in sich aufzunehmen, ist individuell sehr verschieden und ebenso die Fähigkeit, sich gesehene Formen ohne besondere Uebung aus dem Gedächtniss klar vor Augen zu stellen oder sie nachzuzeichnen. Auch für verschiedene Arten von Objecten ist diese Fähigkeit sehr verschieden. So sind manche Menschen im Stande, eine Person, die sie auch nur einmal im Leben gesehen haben, noch nach Jahren sofort wieder zu erkennen, während andere selbst nach längerer Bekanntschaft die Züge einer Person nicht so fest ihrem Gedächtnisse einprägen können, um vor der Verwechselung derselben mit auch nur entfernt ähnlichen Personen geschützt zu sein. Andere können den Inhalt eines Zimmers, den sie nur ganz flüchtig gesehen haben, nachher auf das Genaueste beschreiben, indess ihre Begleiter nicht einmal über das Vorhandensein ganz auffälliger Möbelstücke Auskunft zu geben vermögen, oder das Fehlen derselben beim zweiten Betreten des Zimmers wahrnehmen. Natürliche Anlage und Uebung bewirken hier die mannigfachsten Unterschiede.

Wenn man einen Gegenstand häufiger sieht, insbesondere wenn man ihn, aus wissenschaftlichem oder sonstigem Interesse, genauer betrachtet und durchforscht, so mehrt sich die Zahl seiner Erkennungspunkte beständig; sein optisch-motorisches Erinnerungsbild, sowie die Verbindungen desselben mit den übrigen Vorstellungen erhalten nicht nur ausgeschliffenere, sondern auch mehr und schärfere, zugespitztere, individualisirte Associationen. Der Innervationsstrom, welcher in der Associationsfaserung verläuft, besteht nicht mehr aus einem groben Bündel von Wellen gleicher Höhe und Intensität, sondern es heben sich in diesem Bündel die verschiedenen Wellen durch ihre verschiedene Höhe von einander ab, sodass, wenn man sich die sämmtlichen Einzelwellen eines Associationsvorgangs zu einer resultirenden Welle zusammengesetzt denkt, diese aus einer ganz einfachen Form zu einer mehr und mehr complicirten wird. Die Aehnlichkeit von Formen beruht darauf, dass sie eine grössere oder geringere Menge von Associationsfasern, also von inneren Erkennungspunkten gemeinsam haben. Je mehr Erkennungspunkte wir von ähnlichen Objecten erhalten, um so geringer wird ihre Aehnlichkeit für uns, weil die nicht zusammenfallenden Erkennungspunkte immer mehr überwiegen. Ebenso erkennen wir Veränderungen einer uns bekannten Form um so leichter, je grösser unsere Bekanntschaft mit derselben, d. h. unser Besitz von Erkennungspunkten ist. So lernen wir zwei Brüder bei näherer Bekanntschaft von einander unterscheiden, die wir im Anfange beständig mit einander verwechselten, bis wir schliesslich die Möglichkeit einer Verwechselung nicht mehr begreifen können. Bei complicirten Formen, mit denen wir nicht Bescheid wissen, wie bei chinesischen Buchstaben oder technischen Zeichnungen, nehmen wir oft die grössten Unterschiede nicht wahr, wenn wir sie nicht genau Strich für Strich vergleichen.

Aus dem Vorgetragenen ergiebt sich, dass die Zahl und Lage der Erkennungspunkte desselben äusseren Objects für verschiedene Personen eine ganz verschiedene sein muss. Hier zeigt sich ganz besonders klar die Subjectivität unserer geistigen Thätigkeit, die Subjectivität des ganzen Weltbildes, welches wir in uns herumtragen. Wer zum ersten Male in ein Mikroskop hineinblickt, bekommt von dem darunter liegenden Präparate ein ganz anderes Bild, als ein geübter Beobachter. Aber auch zwei Fachleute

können an demselben Präparate ganz verschiedene Dinge sehen, je nach ihrem vorhandenen Besitze an Formerinnerungsbildern. In dieser Eigenthümlichkeit unseres Geistes, die ja für alle Associationsgebiete gilt, liegt die Ursache für die gröblichen Unterschiede in der Auffassung von Thatsachen, von Objecten seitens verschiedener Beobachter, die man kaum für möglich halten sollte; hier liegt ebenso die Wurzel für die Differenzen und Gegensätze in der Beurtheilung verwickelter Lebensverhältnisse.

So kommt es häufig vor, dass jemand zwei Menschen einander sehr ähnlich findet, während ein anderer keine Spur von Aehnlichkeit zwischen ihnen zu entdecken vermag. In dieselbe Reihe von Erscheinungen gehört die Thatsache, dass der Schäfer ein jedes Schaf seiner Herde einzeln erkennt, während einem Städter ein Schaf dem anderen genau gleich erscheint. Der eine besitzt nur ein allgemeines Erinnerungsbild vom Schaf überhaupt, eine Art von Generalerinnerungsbild; der andere hat von jedem Schaf ein anderes Individualerinnerungsbild.

Welche Gruppen von Erkennungspunkten gesehener Gegenstände, und ganz allgemein welche Associationsgruppen im Denkvorgange, bei den verschiedenen Menschen in den Vordergrund treten, das hängt zu einem grossen Theile von der Erziehung, von der Ueberlieferung ab, und ist mitunter gewissermassen conventionell. Die Auffassung des Weltbildes entwickelt sich nicht blos im Individuum, sondern eben so sehr in einem ganzen Volke, in einer ganzen Zeitperiode nach bestimmten Richtungen hin. So sind unsere Zeichnungen von Gegenständen meist unbewusst conventionell, typisch. An ihnen finden wir uns aber wieder in der Wirklichkeit zurecht, und nehmen von draussen dann gerade diejenigen Erkennungspunkte in uns auf, die in den Zeichnungen betont sind. Denken Sie z. B. an die Darstellungen bekannter Persönlichkeiten oder Typen in den Witzblättern. Angehörige uncultivirter Völkerschaften, welche in einer anderen Auffassung der Aussenwelt aufgewachsen sind, erkennen deshalb unsere Zeichnungen und Bilder anfänglich durchaus nicht. Ebenso sind operirte Blindgeborene erst nach langer Uebung im Stande, die Dinge und die Abbildungen derselben zu identificiren. Aus dem gleichen Grunde geschieht es wohl, dass die Angehörigen einer wissenschaftlichen Schule etwa bestimmte Gruppen mikroskopischer Präparate, oder, in ganz analoger Weise, bestimmte Krankheits-

bilder nach einer besonderen Richtung hin auffassen und andere selbst grobe Erscheinungen an denselben vollständig übersehen. Daher können sich neue „Gesichtspunkte“ nur langsam und unter gewissem Widerstreben Bahn brechen. Erst ganz allmählich haben wir uns, um ein einfaches Beispiel heranzuziehen, an die Darstellungsart der Anschütz'schen photographischen Momentaufnahmen gewöhnt.

Zum Wiedererkennen eines Gegenstandes bedürfen wir meistens nur eines kleinen Bruchtheils aus der ganzen Zahl der Erkennungspunkte und der weiteren Associationen, welche wir von ihm besitzen; wir erkennen ein halbes Gesicht, wir erkennen einen Wald an wenig Strichen, die der Zeichner gemacht hat. Freilich liegt hier die Quelle für die mannigfachsten Irrthümer.

Die Frage, in welchem Grade sich die optischen Bewegungsfelder beider Hemisphären an dem Zustandekommen der Formerinnerungsbilder und an der Association derselben mit den anderen Sinnesfeldern und damit dem gesammten Vorstellungsinhalte betheiligen, ist schwer zu beantworten. Es scheint, dass im Allgemeinen ein Vorwiegen der einen, etwa der linken Hemisphäre, wie bei den Sprachvorgängen, nicht zur Beobachtung kommt. Für das Verständniss der Buchstaben und Wörter, als der Schriftsprache, ist es allerdings zweifelhaft, ob nicht bei einzelnen Individuen die nöthigen Associationen nur von dem linken Hinterhauptlappen her gebildet werden.

Wir wollen uns für die weitere Untersuchung den rechten Hinterhauptlappen vollständig ausgeschaltet denken. Wird nun noch ein umschriebener Theil des allein vorhandenen linken optischen Bewegungsfeldes zerstört, so wird damit ein Theil der in demselben liegenden Associationsfasern, welche die inneren Erkennungspunkte der Gegenstände bilden, unterbrochen. Dadurch werden Theile von mehr oder minder allen optischen Formerinnerungsbildern ausgeschaltet, da ja, wie wir gesehen haben, dieselben Rindeneinheiten, dieselben Associationsfasern, nur in verschiedenen Combinationen bei allen möglichen Bewegungsvorstellungen mitwirken. Bis zu einer gewissen Grösse des Ausfalls werden wir die Mehrzahl der gesehenen Gegenstände mit Hilfe der im Gedächtniss noch erhaltenen Erkennungspunkte wieder erkennen, um so sicherer, je mehr wir uns mit bestimmten Gegenständen beschäftigt, je mehr Erkennungspunkte wir also für diese associirt haben. Wird der

Defect im Bewegungsfelde grösser, fallen mehr und mehr Erkennungspunkte fort, so werden wir, und zwar bei verschiedenartigen Gegenständen verschieden früh, in der Deutung der Gegenstände allmählich unsicher werden, wir werden anfangen, ähnliche Gegenstände, die viel gemeinschaftliche Erkennungspunkte besitzen, mit einander zu verwechseln. Dieses Verwechseln ist der erste Beginn der eigentlichen Seelenblindheit. Die ganze Art und Weise des Vorgangs können wir uns klar machen, wenn wir an einem durch Punkte oder Striche markirten Bilde beginnen, einzelne dieser Punkte auszulöschen; hierbei verschwinden zwar nicht die inneren, sondern die äusseren Erkennungspunkte, aber die Wirkung für das Erkennen der Form bleibt die gleiche. Je grösser der Ausfall im Bewegungsfelde ist, um so stärker werden die Erscheinungen der Seelenblindheit, um so häufiger wird der Erkrankte ganze Reihen von Gegenständen gar nicht erkennen. Eine vollständige isolirte Zerstörung des optisch-motorischen Feldes in beiden Hemisphären würde es unmöglich machen, trotz vollkommen erhaltener Licht- und Farbenempfindlichkeit im ganzen Gesichtsfelde, die Form eines gesehenen Gegenstandes zu erkennen. Eine solche Erkrankung dürfte allerdings nicht vorkommen ohne vollständige Mitzerstörung oder Functionsvernichtung der Lichtfelder. Die corticale Form der Seelenblindheit hat also ihren Sitz im optischen Bewegungsfelde, aber nicht im Lichtfelde.

Will man annehmen, dass Lichtfeld und Bewegungsfeld nicht in getrennten Bezirken der Hirnrinde liegen, sondern einander decken, so würden im Allgemeinen dieselben Erwägungen gelten. In diesem Falle würde corticale Seelenblindheit nicht ohne grössere Gesichtsfelddefecte in beiden Hälften des Gesichtsfeldes zur Beobachtung kommen können. Die Munk'schen Erfahrungen weisen für den Hund auf eine solche Einrichtung hin. Die Entscheidung für den Menschen wird von den klinischen und autoptischen Beobachtungen der Zukunft abhängen.

Ist die Function des optisch-motorischen Feldes in der geschilderten Weise partiell aufgehoben, so ist natürlich nicht nur die eigene Thätigkeit desselben und seine Ansprache vom Lichtfelde aus gestört, sondern ebenso sehr die Ansprache von anderen Theilen der Hirnrinde her, und es wird andererseits das Bewegungsfeld die übrigen Sinnesfelder nicht mehr in der gewohnten Weise in Thätigkeit versetzen können. Der Kranke ist in der Fähigkeit, sich die optischen Formen früher gesehener Gegenstände klar vorzustellen, mehr oder minder gestört. Das Klang-

bild „Hund“ löst bei ihm nicht mehr, wie früher, das optische Erinnerungsbild des Hundes aus. Ebenso sind alle diejenigen geistigen Functionen behindert, bei denen das optische Bewegungsbild gebraucht wird. Der Kranke kann weder ein gegebenes Object so gut wie früher, oder überhaupt nachzeichnen, noch kann er aus der Erinnerung heraus oder von einem anderen Sinnesgebiet her veranlasst zeichnen. Der Kranke muss deshalb Erscheinungen von Alexie und Agraphie zeigen; bei den Erinnerungsbildern der gelesenen und geschriebenen Buchstaben tritt, wie ich früher erwähnte, das motorische Element gegenüber dem rein optischen besonders in den Vordergrund. Die Alexie ist hier rein corticaler Natur, die Agraphie dagegen indirect bedingt, ähnlich wie bei den verbalen Formen derselben nach Zerstörung des Wortbegriffes. Es handelt sich nicht um eine transcorticale Agraphie, wennschon das Rindenfeld, durch dessen Erkrankung sie bedingt wird, von aussen her gesehen jenseits des Centrums für die Bewegungsvorstellungen der rechten Hand liegt (vergl. Fig. 78). Als transcortical ist immer nur eine Störung innerhalb der Associationsfaserung zu bezeichnen. Man könnte diese Form der Agraphie vielleicht die optisch-motorische nennen.

Die Störung in der Verbindung mit dem Sprachfelde bewirkt aphasische oder paraphasische Erscheinungen, auf die ich schon im vorigen Vortrage aufmerksam machte, und welche von Freund den Namen der optischen Aphasie erhalten haben. Reiner und deutlicher wird sich diese Art der Störung ausdrücken, wenn die sie veranlassende Erkrankung nicht den Anfangspunkt der optisch-akustischen Bahn im optischen Bewegungsfelde getroffen, sondern die Bahn selber durchbrochen hat. Eine Zerstörung des Bewegungsfeldes in grösserer Ausdehnung kann auch die Intelligenz nicht intact lassen, indem in diesem Falle die optische Componente der Begriffe mehr minder stark geschädigt oder vernichtet wird. Das wird sich besonders bei denjenigen Begriffen äussern, bei denen die optische Bewegungsvorstellung die Hauptrolle spielt. Hierher gehören insbesondere die Erscheinungen, welche aus dem Ueberwiegen des optisch-motorischen Antheils im mehrerwähnten Complex der Bewegungsvorstellungen hervorgehen. Die Schädigung dieses Complexes wird in den allgemeinen räumlichen Vorstellungen und in der Orientirung am eigenen Körper und in der Umgebung hervortreten.

## Elfter Vortrag.

Meine Herren! Welche optischen Bewegungsbilder und welche Arten derselben bei einer Functionsstörung im optischmotorischen Gebiete zuerst und am meisten geschädigt oder vernichtet werden, das dürfte nicht zufällig sein, sondern ganz bestimmten Gesetzen folgen. Natürlich spielt hierbei die individuelle Verschiedenheit in Folge von Anlage und Uebung eine hervorragende Rolle. Abgesehen davon wird man vermuthen dürfen, dass zuerst diejenigen optischen Formerinnerungsbilder betroffen werden, die überhaupt nur wenige Erkennungspunkte besitzen, oder zu deren Auffassung eine sehr grosse Anzahl von Erkennungspunkten nothwendig gebraucht wird. Umgekehrt werden solche Objecte am längsten erkannt werden, deren Erinnerungsbild bei dem erkrankten Individuum aus sehr vielen inneren Erkennungspunkten besteht, während zur Erkennung des Objects schon einige wenige beliebig gewählte hinreichen.

Zu denjenigen Erinnerungsbildern, welche nur sehr wenig Erkennungspunkte haben und von diesen ohne Schädigung keine verlieren dürfen, gehören die Buchstaben. Deren Vorstellungen dürften daher bei Läsionen im Bewegungsfelde zuerst mit ausfallen, sodass Alexie eintritt, während andere Objecte mit Hilfe der Augen noch erkannt werden können. Dabei wäre die Möglichkeit vorhanden, dass ganze, früher sehr häufig gelesene Wörter noch zu einer Zeit erkannt würden, in der die einzelnen Buchstaben schon zu unverständlichen Zeichen geworden sind. Zu der zweiten Art von Erinnerungsbildern, welche also auch sehr früh geschädigt werden, gehören alle complicirteren Formen von besonderer Bedeutung, wie mikroskopische Präparate, architektonische Zeichnungen und dergl. Unter der dritten Sorte von

Formvorstellungen ist besonders eine Klasse hervorzuheben, die ich als optische abstrahirte Begriffe bezeichnen möchte, welche für sich allein keine besondere Bedeutung haben, sondern erst bei der Verbindung der optischen Erinnerungsbilder mit denjenigen der anderen Sinne in Betracht kommen. Einem jeden bestimmten Menschen z. B., welchen man sieht und im Gedächtniss behält, entspricht eine bestimmte Gruppe von inneren Erkennungspunkten; für alle gesehenen Menschen fallen aber aus den verschiedenen derartigen Gruppen heraus eine bestimmte Anzahl von Punkten zusammen. Diese bilden den optischen abstrahirten Begriff des Menschen. Solche Begriffe haben für sich allein keinen Sinn. Versuchen Sie es nur einmal, den optischen Begriff „Mensch" zu zeichnen oder sich vorzustellen; immer erhalten Sie das Bild eines bestimmten Menschen, welches keinem wirklich vorkommenden Menschen zu entsprechen braucht, sondern ein Product der Phantasie sein kann, das sich aber von dem Bilde jedes anderen Menschen durch irgend etwas unterscheidet. Wohl aber kommt der optische abstrahirte Begriff bei der Verbindung aller der einzelnen oder Individualbilder bestimmter Menschen mit dem Klangbilde „Mensch" in Betracht. Stellen Sie sich vor, dass eine jede Rindeneinheit des optisch-motorischen Feldes in jeder Gruppe von Erkennungspunkten, welche das Bild eines bestimmten Menschen zusammensetzen, durch thätige Associationsfasern mit allen Rindeneinheiten zusammenhängt, welche in ihrer Association im Klangfelde der Sprache das Klangbild „Mensch" darstellen, so sehen Sie, dass innerhalb aller dieser Gruppen von Associationsfasern sich eine bestimmte Anzahl heraushebt, welche bei einer jeden jener Einzelverbindungen in Thätigkeit tritt. Durch diese gemeinschaftliche Gruppe von Associationsfasern kann von jedem gesehenen Menschen aus, er sei bekannt oder nicht, das Klangbild „Mensch" ausgelöst werden. Nur in dieser Verbindung treten die optischen abstrahirten Begriffe als etwas Selbständiges hervor; und sie gehören zu jener dritten Art optischer Erinnerungsbilder, die sehr viele Erkennungspunkte besitzen, zu deren Anwendung aber einige wenige Associationen genügen. Deshalb wird ein Seelenblinder unter bestimmten Umständen jemanden noch als Menschen erkennen können, zu einer Zeit wo er nicht mehr im Stande ist anzugeben oder zu erkennen, welchen bestimmten von früher her ihm bekannten Menschen er vor sich hat. Ein wirklicher

optischer Begriff würde sich, wie ein jeder anderer Begriff, als eine Summationserscheinung darstellen müssen; der wirkliche optische Begriff „Mensch“ müsste aus allen denjenigen Associationen bestehen, welche den Bildern der einzelnen jemals wahrgenommenen und im Gedächtniss festgehaltenen Menschen zugehören. Es scheint mir, dass solche Begriffe im Allgemeinen nur mit Hilfe der Sprache zu Stande kommen, jedenfalls nicht allein innerhalb des optischen Centrums. Unsere Gesichtsbilder sind, sofern sie uns zum Bewusstsein kommen, immer bestimmt individuell.

In einer anderen Weise dagegen associiren sich die optischen Individualerinnerungsbilder selbständig mit einander, soweit sie nämlich unmittelbar nach einander entstanden sind. So kommt es zur Bildung von optischen Vorstellungsreihen, welche vollkommen unabhängig von Vorstellungsreihen innerhalb des Sprachgebietes ablaufen. Die wichtigsten optischen Vorstellungsreihen sind für uns wohl die mit einander in einer bestimmten Reihenfolge associirten Bilder, welche wir beim Ueberblick eines Zimmers, bei einem Gang durch ein Haus oder im Freien erhalten. An solchen Reihen orientiren wir uns in unserer Umgebung und finden uns mit ihrer Hilfe, sobald sie einigermassen fest und lückenlos sind, wieder zurecht. Durch das Auseinanderfallen solcher optischer Reihen in Folge von corticalen motorischen Sehstörungen verlieren wir die Orientirung in den bisher bekannt gewesenen Gegenden und können dieselben dann auch nicht mehr aus dem Gedächtniss beschreiben.

Handelt es sich nicht um die Zerstörung eines Theiles, sondern um die functionelle Herabsetzung der Thätigkeit des ganzen optisch-motorischen Feldes, so muss ebenfalls eine Form der corticalen Seelenblindheit auftreten. In diesem Falle dürften zuerst die jüngsten Associationen geschädigt werden, und auch sonst diejenigen, welche am Wenigsten eingeübt sind; die älteren und gut eingeübten werden länger brauchbar bleiben. So können die Erinnerungsbilder der griechischen Buchstaben schon zu einer Zeit verschwunden sein, in welcher diejenigen der deutschen und lateinischen Lettern noch zum Lesen benutzt werden können. Der umgekehrte Fall ist niemals beobachtet worden. Die Ueberassociationen leiden vermuthlich vor den einfachen Associationen; es ist nicht unwahrscheinlich, dass diejenige Form der Seelen-

blindheit, bei welcher vor allem die Vorstellungsreihen auseinander gefallen sind und deshalb die Orientirung in der Umgebung erschwert ist, auf eine Herabsetzung der Function des ganzen Bewegungsfeldes zu beziehen ist. Nach dieser Richtung hin dürfte eine genaue Analogie zwischen den Erscheinungen bei der corticalen Sehstörung und der corticalen sensorischen Aphasie vorhanden sein. Erwähnt sei noch, dass eine Störung in der Benennung der Farben bei einer nur das optisch-motorische Feld treffenden Erkrankung nicht stattfinden kann.

Jetzt fehlt noch die Untersuchung der transcorticalen Form der centralen Sehstörung, der Unterbrechung jener beiden grossen Faserzüge, welche die Sehsphäre einerseits mit dem Klangfelde, andererseits mit den Rindenfeldern für die beweglichen und tastenden Körpertheile verbinden. Auch hier muss die Bemerkung vorangeschickt werden, dass eine vollständige transcorticale Unterbrechung, selbst wenn sie ohne Störung der subcorticalen Bahn vorkommen könnte, was so gut wie ausgeschlossen ist, nicht diagnosticirt werden kann und für den Kranken wie für den Beobachter mit einer gänzlichen Zerstörung der Sehsphäre gleichwerthig ist. Es muss zum mindesten ein Weg theilweise frei bleiben, auf welchem sich das Erhaltensein des Rindenfeldes verrathen kann, und mittelst dessen der Kranke über die Vorgänge in dem Rindenfelde Auskunft zu ertheilen im Stande ist.

Die Erscheinungen, welche nach theilweiser Unterbrechung oder nach functioneller Herabsetzung einer jeden der beiden grossen Bahnen auftreten werden, müssen sich wesentlich in dem Rahmen bewegen, den ich für die entsprechende Störung im corticalen Rindenfelde selbst eben angegeben habe. Ich will zunächst aus der Theorie heraus die beiden Krankheitsbilder entwickeln, welche die Zerstörung je einer der beiden Bahnen in beiden Hemisphären mit Erhaltensein der anderen hervorbringen muss. Eine isolirte und totale Unterbrechung der Bahn zum Klangfelde (6 und 7, Fig. 75) bewirkt akustische Seelenblindheit, oder, was dasselbe ist, optische Aphasie. Der Kranke ist nicht im Stande, für einen gesehenen Gegenstand die Benennung zu finden, oder überhaupt über ein gesehenes Object oder über Gesichtserinnerungsbilder sich sprachlich zu äussern, soweit nicht der Umweg über andere Sinnesfelder, besonders über die Tastfelder aushilft. Er ist eben so wenig im Stande, zu dem gehörten

Worte die dazu gehörigen Gesichtsvorstellungen sich ins Bewusstsein zu rufen, obwohl diese selbst vollkommen unversehrt sind. Auch das Erkennen der gesehenen Dinge macht, namentlich bei complicirten Sachen, viel Schwierigkeiten, da die zerstörte Bahn von wesentlicher Bedeutung für die Entstehung und das Festhalten der Begriffe ist. Es muss deshalb auch eine hochgradige Störung der Intelligenz eintreten. In Folge der Unterbrechung von 6 kann der Kranke insbesondere keine Farbe benennen und zu dem Namen einer Farbe nicht einen passend gefärbten Gegenstand zeigen. Dagegen kann er Alles, was er sieht, soweit er schon vor der Erkrankung dazu im Stande war, nachzeichnen, und ist in der Lage, seine Gesichtsempfindungen für seine Bewegungen aufs Beste zu verwerthen. Zu einer gezeigten Farbenprobe findet er die passenden Farben heraus. Mit grösster Sicherheit erkennt und benennt er jeden Gegenstand, den er betastet, oder riecht, oder schmeckt. Der Kranke kann copiren, ist aber weder im Stande zu lesen, noch willkürlich oder auf Dictat zu schreiben. Die Alexie ist in diesem Falle eine transcorticale (Unterbrechung der Bahn a $\alpha$ Fig. 78); die Agraphie ist wiederum indirect bedingt und kann als optische transcorticale Agraphie bezeichnet werden.

Eine partielle Zerstörung der optisch-akustischen Bahn verhindert das Lesen, selbst das Erkennen der Buchstaben (literale Alexie), während andere Objecte entweder individuell oder doch der Art nach noch erkannt werden. Es entspricht das genau dem Verhalten, welches eintritt, wenn die Störung im Anfangspunkte der Bahn, d. i. im optischen Bewegungsfelde selbst sitzt: die Buchstaben besitzen auch in der transcorticalen Bahn nur wenig Einzelassociationen, und bedürfen dieser aller, um erkannt zu werden. Eine Herabsetzung der Erregbarkeit der Bahn lässt das Lesen unberührt, weil die Associationsgruppen für die Buchstaben zu den am besten eingeübten gehören, verhindert dagegen das Erkennen complicirter Objecte.

Eine reine und vollständige Unterbrechung der anderen Bahn aus dem optisch-motorischen Felde, derjenigen zu den Tast- und Bewegungsfeldern (10 Fig. 75), also eine tactile Seelenblindheit, würde dem Kranken erlauben, Alles zu benennen, was er sieht, und über seine Gesichtserinnerungsbilder sprachlich die genaueste Auskunft zu geben, ebenso sich die Formen der Gegenstände, die man ihm nennt, wenn auch mitunter mit Schwierigkeit wegen

der fehlenden Unterstützung der Tasterinnerungsbilder, vorzustellen. Dagegen wäre es ihm nicht möglich, seine Gesichtswahrnehmungen oder -vorstellungen nach irgend einer Richtung hin für seine Bewegungen zu verwerthen. Obwohl er einen ihm von früher her bekannten Weg ganz genau beschreiben könnte, wäre er durchaus nicht im Stande, ihn zu gehen. Selbst die einfachsten Dinge könnte er nicht nachzeichnen. Das Erkennen und Benennen betasteter Gegenstände würde dem Kranken anfänglich manche Schwierigkeiten bereiten, bis er gelernt hat, von der Tastwahrnehmung her allein ohne die gewohnte Unterstützung der optischen Bewegungsvorstellung den Namen des Objects zu finden. Da die beiden wichtigsten Sinnesfelder mitsammt ihrer Verbindung unversehrt sind und das Sprachfeld insbesondere mit allen anderen Rindengegenden in Verbindung geblieben ist, würden bleibende aphasische Erscheinungen nicht zu erwarten sein, und ebensowenig sich merklichere Störungen in der Intelligenz zeigen. Lesen könnte der Kranke ausgezeichnet, Abschreiben dagegen wäre in gleicher Weise, wie willkürliches Schreiben und Schreiben auf Dictat verloren. Die Schreibstörung ist eine transcorticale Agraphie (Unterbrechung der Bahn $\alpha\ \beta$ im Schema Fig. 78).

Eine Unterbrechung, die sich auf die Verbindung des optischen Bewegungsfeldes mit dem Rindencentrum einer einzigen Extremität, etwa mit dem Felde für die rechte Hand beschränkte, würde das Zeichnen eines gesehenen Gegenstandes und das Schreiben nur mit diesem Körpertheil unmöglich machen. Dagegen könnte der Kranke ganz gut mit einem anderen Gliede, etwa mit der linken Hand, schreiben.

In der Wirklichkeit sind reine Fälle der einen oder der anderen Art der centralen Sehstörung wohl kaum jemals zu erwarten. Nur das optische Lichtfeld kann in seiner ganzen Ausdehnung beiderseits in Folge seiner günstigen anatomischen Lage unter geeigneten Umständen ohne erhebliche Schädigung anderer Theile zerstört werden. Im Uebrigen werden sich meist corticale, subcorticale und transcorticale Störungen, vollständige und partielle Unterbrechungen dieser oder jener Bahn, Functionsvernichtung und Functionsherabsetzung dieses oder jenes Centrums oder von Theilen eines solchen in mannigfachen Combinationen zusammenfinden. So wird im einzelnen Falle der Antheil eines jeden

Hirntheils an den Erscheinungen mitunter recht schwer zu bestimmen sein.

In Bezug auf die blosse Schädigung der Function einer transcorticalen Bahn will ich noch einmal daran erinnern, dass die Leitung in derselben nach beiden Richtungen hin durchaus nicht in gleicher Weise eingeübt zu sein braucht. Dass die Fasern, welche nach der einen und nach der anderen Richtung hinführen, sich zu besonderen von einander zu unterscheidenden und daher möglicherweise isolirt zu beeinträchtigenden Gruppen zusammenthun, erscheint mir allerdings durchaus unwahrscheinlich. Aber eine gleichmässig die ganze Bahn treffende Schädigung ist wohl im Stande, die weniger ausgearbeitete Leistung nach der einen Seite hin zu unterdrücken, während die besser eingeübte Thätigkeit in umgekehrter Richtung mehr minder gut erhalten bleibt.

Ich habe schon einmal darauf hingewiesen, dass das Bewegungsfeld der Augenmuskeln sich von allen anderen Bewegungsfeldern unterscheidet. Während wir von allen anderen Bewegungsvorstellungen aus die zugehörigen Bewegungen ohne Weiteres auslösen können, sind wir dazu von den optischen Formerinnerungsbildern aus nicht im Stande. Das mag wohl daran liegen, dass wir die Bewegungen unserer Augen mittelst keines anderen Sinnesorgans wahrnehmen und die Richtigkeit derselben nicht controliren können. Dazu kommt die Feinheit und Complicirtheit der optischen Formen; mit Hilfe der Lichtempfindung nehmen wir in einem Moment eine so grosse Anzahl von Raumverhältnissen in uns auf, dass wir zur Nachahmung derselben mittelst ausgeführter Bewegungen, die ja nur sozusagen im Gänsemarsch aufeinander folgen können, einer unverhältnissmässig langen Zeit bedürfen. Die Folge davon ist, dass die meisten Menschen sich die optischen Formerinnerungsbilder nicht klar vorstellen können. Allerdings giebt es Ausnahmen, wie der bekannte Patient Charcot's, welcher, wie mir scheint, durch eine im Wesentlichen functionelle Beeinträchtigung des optischmotorischen Feldes plötzlich des Gebrauchs eines grossen Theils seiner in demselben liegenden Associationen, insbesondere der zur Orientirung dienenden optischen Reihen und der complicirteren Individualerinnerungsbilder verlustig gegangen war, dagegen die einfacheren optischen Erinnerungsbilder, wie diejenigen der Buchstaben, noch vorzüglich verwerthen konnte. Während diesem

Manne vor der Erkrankung Alles was er dachte oder hörte oder woran er sich erinnerte, klar vor Augen stand, musste er sich später ausschliesslich seines akustischen Gedächtnisses bedienen.

Ganz klar werden den meisten Menschen die optischen Bewegungsbilder erst durch die Ausarbeitung derselben in die optisch-tactile Bahn, durch die Association mit einem zweiten Muskelgebiete, mittelst dessen wir sie nachahmen können. Was wir schreiben oder zeichnen gelernt haben, das steht uns auch seiner optischen Form nach zur freien Verfügung. Ein ganz ähnlicher Vorgang gilt für das Sprachfeld. Auch die Wörter stehen als Klangbilder den meisten Menschen erst dann frei zur Verfügung, wenn sie dieselben auf ein zweites Gebiet, auf das motorische Sprachcentrum übertragen und die verbindende Associationsbahn eingeübt haben. Die ständige Controle der hervorgebrachten Form durch das Auge erlaubt uns im ersten Falle die sorgfältige Ausarbeitung der optisch-tactilen Bahn, eben so wie im zweiten Falle die durch das Ohr ausgeübte Controle des selbstgesprochenen Wortes diejenige der akustisch-motorischen Sprachbahn. Da aber mit dieser Ausarbeitung der transcorticalen Bahn auch die relative Functionshöhe innerhalb des Rindenfeldes für die in Frage kommenden Erinnerungsbilder steigt, so kann das Feld in Bezug auf diese dann auch von anders woher leichter angesprochen werden. Deshalb können wir uns die Formen der geschriebenen Buchstaben beim Hören ihres Namens, also vom Klangfelde her, sehr klar vorstellen, die der gedruckten Buchstaben, welche wir nicht schreiben gelernt haben, dagegen meistens nicht. In umgekehrter Richtung ist die optisch-akustische Bahn auch für die gedruckten Buchstaben vollständig frei. Sie erkennen aus diesen Ausführungen die hochgradige Abhängigkeit der verschiedenen Rindenfelder von einander, und die Unterstützung, welche sie sich gegenseitig gewähren.

Eine weitere hierher gehörige Erscheinung ist die, dass ein Erinnerungsbild leichter klar ins Bewusstsein zu bringen ist, wenn es gleichzeitig von mehreren Seiten her angeregt wird. Diese Eigenthümlichkeit gehört zu den physiologischen Grundlagen des Vorstellungsablaufs. Sie tritt in Erkrankungsfällen um so deutlicher hervor, wenn durch die Herabsetzung der Erregbarkeit eines Rindenfeldes der gewöhnliche Innervationsstrom zum Freimachen der Vorstellung nicht ausreicht. So ist es

möglich, dass das Erblicken des Buchstabens allein nicht genügt, die Hindernisse in der optisch-akustischen Bahn zu überwinden, dass aber beim Hinzukommen der auf das optische Bewegungsfeld in demselben Sinne wirkenden Innervation der optischtactilen Bahn, beim Nachzeichnen des gesehenen Buchstabens mit dem Finger, der Innervationsstrom in der optisch-akustischen Bahn stark genug wird, um das Klangbild des Buchstabens auszulösen. Es ist klar, dass diese Möglichkeit nur für den geschriebenen, aber nicht für den gedruckten Buchstaben vorhanden ist. Eben dahin gehört das Erkennen eines gesehenen Buchstabens aus einer Reihe heraus, wenn gleichzeitig der Name desselben genannt wird. Hier treffen die beiden in gleichem Sinne wirkenden Innervationsströme im Sprachfelde zusammen. Der gleiche Vorgang spielt beim Erkennen eines Objects, wenn der Name desselben genannt wird, bei den sogenannten Suggestivfragen, bei denen der Erkrankte die falsche Bezeichnung abweist und die richtige anerkennt.

Von besonderer Wichtigkeit ist, dass eine aus einem Rindenfelde stammende Erregung in ein anderes trotz Unterbrechung der directen Associationsbahn auf Umwegen gelangen kann, und dass diese Umwege durch Uebung leichter gangbar werden können. So liegt die Möglichkeit vor, dass selbst bei vollständiger akustischer Seelenblindheit (oder optischer Aphasie) für gesehene Gegenstände doch, wenn auch zögernd und schwierig, der Name gefunden werden kann, indem von der Sehsphäre die übrigen Componenten des concreten Begriffs, insbesondere die tactile, erregt und von dieser aus das Sprachfeld erreicht wird. Da wir annehmen, dass in der Bahn vom Centrum für die rechte Hand zum Klangfelde Associationen für die Schreibebilder der Buchstaben nicht eingeübt werden, kann ein solcher Umweg für die Buchstaben nicht statthaben. Ebenso haben die Farben ausser ihrem Wortbegriff nur noch die eine Componente im optischen Lichtfelde; ihre Benennung fällt daher nach Zerstörung der Bahn vom Klangfeld zu beiden Lichtfeldern dauernd aus. Eine besondere Ausnahmestellung nehmen die Zahlen ein. In vielen Fällen mit literaler Alexie werden die arabischen Ziffern noch erkannt und selbst längere zusammengesetze Zahlen gelesen, und es werden schriftliche Rechnungen damit ausgeführt. Der Grund für dieses besondere Verhalten der Zahlen ist mir nicht klar

geworden. Die Zahlen bilden eine ganz besondere Art von Begriffen; sie sind Zeitbegriffe und lassen sich mit anderen Begriffen nicht gut vergleichen.

Ausser den bisher erwähnten Schädigungen in der Function, die wir als einfache Herabsetzung der Erregbarkeit aufgefasst haben, kommen Functionsstörungen besonderer Art vor, welche eigenartige Erscheinungen hervorrufen können. Hier ist der berühmte Grashey'sche Fall zu erwähnen. Die wesentliche Eigenthümlichkeit dieses Patienten bestand darin, dass er die Bezeichnung eines gesehenen Gegenstandes nicht aussprechen konnte, dass er dieselbe aber fand, indem er unter immer wiederholtem Betrachten des Gegenstandes Buchstaben für Buchstaben des Namens niederschrieb und dann den Namen im Ganzen ablas. Zur Erklärung dieses Zustandes nahm Grashey eine Gedächtnissstörung an, derart, dass die Sinneseindrücke sofort wieder vergessen würden. Die Wahrnehmung eines gesehenen Objects erfolgt in einem Augenblick. Um den Namen desselben auszusprechen, muss man aber den ersten Buchstaben so lange im Gedächtniss behalten, bis auch der letzte für das Aussprechen fertig geworden ist. Das Aussprechen eines Wortes kostet viel mehr Zeit, als das Erfassen des Objects. Dagegen konnte der Patient lesen. Denn Schriftbild und Klangbild eines Wortes entsprechen einander Theil für Theil. Der Patient brauchte nur die einzelnen gesehenen Buchstaben auszusprechen und das Wort entstand von selbst, auch wenn er beim Aussprechen des letzten Buchstabens das Gesichtsbild des ersten längst vergessen hatte.

Ich will nun versuchen zu bestimmen, welche Combinationen der einzeln geschilderten Störungen aus anatomischen Gründen zu erwarten sind. Eine Zerstörung der Rinde in der Umgebung der fissura calcarina kann, wie schon erwähnt, reine corticale Hemianopsie bewirken. Sitzt die Erkrankung links, so wird von der rechten Sehsphäre aus mit Hilfe der Forceps-tapetumbahn (14, Fig. 75) gelesen, und es werden auf demselben Wege die gesehenen Gegenstände benannt. Greift der Process etwas weiter auf der Medianfläche der Hemisphäre nach vorn, sodass der Balkenwulst in Mitleidenschaft gezogen wird, so kann, wenn es sich nur um eine partielle Zerstörung desselben handelt, Alexie bewirkt werden ohne grobe Störung des Benennens sonstiger gesehener Objecte. Dabei bleibt das Schreiben wegen der Unver-

sehrtheit des linken optisch-motorischen Feldes und seiner Verbindungen vollständig erhalten, mit Ausnahme natürlich des Copirens mit Verständniss. (Einen solchen Fall hat Déjérine beschrieben und secirt, allerdings unter Heranziehung einer ganz anderen Erklärung.) Wird die ganze Forceps-tapetumbahn gleichzeitig mit dem linken Lichtfelde zerstört, so tritt akustische Seelenblindheit ein. Dabei können Objecte nur mit Hilfe der Association von der rechten Sehsphäre zu anderen rechtsseitigen Sinnesfeldern benannt werden. Auch hierbei kann geschrieben werden, und wegen der Unversehrtheit des rechten optischen Bewegungsfeldes können die Erkrankten sich die optischen Formen aller Gegenstände, so weit sie dazu schon früher im Stande waren, vorstellen. Greift die Erkrankung auch noch unmittelbar oder durch functionelle Schädigung auf die convexe Fläche des Hinterhauptlappens hinüber, so werden auch Erscheinungen corticaler Seelenblindheit hinzutreten, es wird die Fähigkeit, sich optische Formen vorzustellen und zu schreiben, mehr minder leiden. Die Orientirung im Raum wird dabei vom rechten Hinterhauptlappen aus noch immer ermöglicht.

Zerstörung im Gebiete der Rinde des optisch-motorischen Feldes bleibt beim Freibleiben der zweiten Hemisphäre symptomlos. Greift die Zerstörung im hinteren Theil des Feldes, auf der convexen Fläche des Hinterhauptlappens, mehr in die Tiefe, so tritt durch Betheiligung der Stabkranzfaserung zum Lichtfelde subcorticale Hemianopsie auf. Eine weiter vorn in der Gegend des unteren Scheitelläppchens sitzende Zerstörung, die auf die Markfaserung übergeht, kann rechts symptomlos verlaufen oder linksseitige subcorticale Hemianopsie hervorrufen. Greift die Erkrankung dagegen links über den Fuss des Stabkranzes hinüber und beeinträchtigt die jenseits desselben an der hinteren Kante des Schwanzkerns absteigende Tapetumfaserung, so tritt neben der rechtsseitigen subcorticalen Hemianopsie je nach der ausgedehnteren oder geringeren Betheiligung der Forceps-tapetumbahn entweder Alexie oder optische Aphasie ein. Da dabei das untere Längsbündel nicht unberührt bleiben kann, so kommt je nach der Grösse der Miterkrankung des letzteren mehr oder weniger die Unfähigkeit hinzu, sich optische Formen vorzustellen und zu schreiben. Bei nur partiellem Ergriffensein der Bahnen 6 und 14 (Fig. 75) können die ernsteren Störungen der Begriffe

zurücktreten, sodass ausser der rechtsseitigen Hemianopsie nur Alexie und Agraphie sich zeigen. Dieses Verhalten hat Déjérine veranlasst, im unteren Scheitelläppchen das Centrum der optischen Buchstabenbilder zu suchen.

Unerklärt bleibt ein Fall von Sérieux und ein zweiter gleichartiger von Berkhan, in welchen nach ziemlich oberflächlicher Erkrankung des unteren Scheitellappens trotz Alexie und Agraphie die Hemianopsie vermisst wurde. Hier konnte also das tapetum nicht geschädigt sein. Sollten in diesen Fällen die Buchstabenbilder ausnahmsweise nur im Gebiete der linken Hemisphäre mit den dazugehörigen Klangbildern associirt gewesen sein? Normaler Weise ist dieses nicht der Fall. Denn eine aus beliebiger Ursache hervorgegangene rechtsseitige Hemianopsie bewirkt an sich keine Alexie, die bei der obigen Annahme eintreten müsste.

Erstreckt sich die Erkrankung vom unteren Scheitelläppchen aus nach vorn in den Schläfelappen hinein, so treten zur Wortblindheit Paraphasie als corticale und gegebenen Falls Sprachtaubheit als subcorticale sensorische Aphasie hinzu.

Erkrankungen im Rindengebiete beider optisch-motorischen Felder bewirken corticale Seelenblindheit. Ist auf der einen Seite das optische Bewegungsfeld erkrankt, aber das Lichtfeld frei, während auf der anderen aus irgend einem Grunde Hemianopsie besteht, aber das Bewegungsfeld wenig oder nicht betroffen ist, so muss corticale Seelenblindheit für gesehene Gegenstände zur Erscheinung kommen, jedoch mit Erhaltensein des Vermögens, sich optische Formen vorzustellen, und der Fähigkeit, freiwillig und auf Dictat zu schreiben.

# Zwölfter Vortrag.

Meine Herren! Sie haben gesehen, dass in Bezug auf die Seh- und Hörsphäre des Menschen die pathologischen Ergebnisse die Untersuchungen der Physiologie im Wesentlichen bestätigen. Eine fast noch genauere Uebereinstimmung zeigt sich bei den nunmehr zu betrachtenden Rindenfeldern für den Kopf und die Extremitäten, die als sogenannte motorische Rindenfelder die Gegend zu beiden Seiten der Centralfurche einnehmen. Der letztgenannte Name bezeichnet nur die eine Seite der Thätigkeit eines jeden Centrums. Wie bei den höheren Sinnesorganen, so findet sich auch hier in dem gesammten Rindenfelde z. B. einer Extremität Alles zusammen, was der Unterordnung der letzteren unter die psychische Thätigkeit, die Function der Hirnrinde, dient.

Das obere Drittel beider Centralwindungen und der in die Medianspalte sehende Theil derselben, der lobulus paracentralis, sind das Rindenfeld für die untere Extremität. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass sich dasselbe noch weiter nach hinten, in den oberen Scheitellappen hinein ausdehnt und so den noch frei gebliebenen Zwischenraum zwischen der hinteren Centralwindung und dem Hinterhauptlappen in seinem oberen Theile ausfüllt. Darauf weisen auch die Beobachtungen Horsley's hin, welcher beim Affen Bewegungen der Zehen von den Rindentheilen unmittelbar vor der Occipito-parietalfurche aus erhalten hat (vergl. Fig. 70). Das mittlere Drittel beider Centralwindungen ist das Rindenfeld für die obere Extremität. Dasselbe erstreckt sich vielleicht vorn über die Wurzel der oberen Stirnwindung hin bis in die Nähe der Medianspalte. Ob sich innerhalb dieses Rindenfeldes kleine abgegrenzte Bezirke für die einzelnen Theile einer Extremität, also die Finger, die Hand, den Unterarm befinden,

darüber lässt sich etwas Sicheres gegenwärtig nicht aussagen. In der Gegend der ersten Urwindung sind die einzelnen Theile des Kopfes vertreten, am weitesten nach vorn Zunge und Gaumen in der Broca'schen Windung, dahinter die untere Hälfte des Gesichts mit dem Mundfacialis. Der obere Theil des facialis, der die Muskeln um das Auge herum und den Augenschliesser innervirt, ist wahrscheinlich an einer anderen Stelle des Gehirns zu suchen; bei Erkrankungen, deren Sitz von der Peripherie aus jenseits des Facialiskerns liegt, ist für gewöhnlich nur der untere Antheil des facialis an der Lähmung betheiligt. Doch liegt möglicherweise auch hier wieder das Verhältniss vor, dass die von uns meist auf beiden Seiten gleichmässig in Thätigkeit versetzten Muskeln der oberen Gesichtshälfte in beiden Hemisphären ihre Vertretung finden, sodass die unberührte Hemisphäre die Function der erkrankten vollständig mit übernimmt. Vielleicht liegt das Rindenfeld für die obere Hälfte des Gesichts weiter nach hinten, unmittelbar vor dem optisch-motorischen Felde, sodass dem anatomischen Zusammenhang in der Peripherie auch eine benachbarte Vertretung in der Hirnrinde entspricht.

Es liegt die Frage nahe, ob die motorische und sensible Thätigkeit einer Extremität das dazugehörige Rindenfeld in seiner ganzen Ausdehnung gleichmässig besetzt, sodass jeder kleinere Theil desselben mit Muskeln und Muskelkernen und mit der Haut des entsprechenden Körpertheils in Verbindung steht, oder ob auch hier eine Trennung in dicht neben einander liegende Felder statt hat, wie sie für das optische Feld wahrscheinlich ist. Für die subcorticale Faserung ist die Frage entschieden; die motorischen Fasern der Pyramidenbahn (Fig. 80, Br K A B) treten sämmtlich weiter vorn, die sensiblen (T) weiter hinten in die innere Kapsel ein. Für die Rinde muss die Frage einstweilen offen gelassen werden. Die anatomische Untersuchung des Stabkranzes spricht eher dafür, dass die Sonderung der Function sich bis in die Rinde fortsetzt, dass man also ein jedes Rindenfeld in einen vorderen motorischen und einen hinteren sensorischen Antheil zu zerlegen habe. Eine sichere Beantwortung wird die genaue klinische Untersuchung umschriebener corticaler Krankheitsherde ermöglichen. Da die Rindenfelder für die einzelnen Körpertheile übereinander liegen, so kommt es auf diese Weise zu einem grossen vorderen, rein motorischen Strang, der Pyramidenbahn

(Py Fig. 80), und einem dahinter liegenden sensiblen (P—Th). Der erstere läuft ununterbrochen bis in die Muskelkerne des Höhlengraus, der andere senkt sich in den Sehhügel ein. Das Schema der Figur 80 zeigt ausserdem noch die aus allen Theilen der Hirnrinde kommenden zum Kleinhirn ziehenden Fasern (Cb).

Durch eine grosse Anzahl pathologischer Beobachtungen, Erweichungen, Geschwülste und äussere Verletzungen, ist die grobe Sonderung in drei unter einander liegende Rindenfelder sicher gestellt, sodass man daraufhin schon eine recht beträchtliche Anzahl von erfolgreichen Operationen hat ausführen können. Eine Bestätigung der Reihenfolge hat die Beobachtung epileptischer Anfälle gegeben, deren Entstehung durch corticale Reizung man jetzt auch dort, wo dieselbe nicht unmittelbar durch einen Knochensplitter oder eine Geschwulst vor Augen liegt, wohl allgemein annimmt. Besonders deutlich in den Fällen halbseitiger Epilepsie sieht man, dass der Krampf, falls er im Bein begonnen hat, zuerst stets auf den Arm und dann erst auf das Gesicht übergeht, oder dass umgekehrt nach dem Gesicht immer erst der Arm und dann das Bein zu zucken beginnt, dass niemals ein Sprung vom Bein zum Gesicht unter Auslassung des Arms, oder umgekehrt stattfindet.

Die Frage, ob die verschiedenen Vorstellungen oder Erinnerungsbilder innerhalb dieser Centren oder in besonderen Abtheilungen derselben sich in einzelnen Zellen oder Zellcomplexen neben einander ablagern, dürfte sich hier noch leichter beantworten lassen, als bei den höheren Sinnen. Nirgends tritt die Thatsache so auffallend, wie bei den Tastvorstellungen hervor, dass die letzteren Combinationen einfacher Elemente und nicht einheitliche Dinge sind, welche mit einander nur mittelbar durch ihre Entstehung aus Empfindungen etwas zu thun hätten. Wenn man selbst den einfachsten Gegenstand durch das Tastorgan sicher erkennen will, so tastet man ihn ab, und erst durch die auf einander folgende Reihe von Empfindungen gelangt man zur Erkenntniss seiner Bedeutung. Auf der anderen Seite ist man nicht im Stande, sich eine Tastvorstellung anders ins Gedächtniss zurückzurufen, als indem man sich die einzelnen Eindrücke, welche bei der Erwerbung derselben zu Stande kamen, nach einander wieder vorführt. Es ist beiläufig nicht leicht, die Tastvorstellung von der sie stets begleitenden Gesichts-

vorstellung desselben Gegenstandes in Gedanken vollkommen frei zu machen. Sie werden diese Eigenthümlichkeit der Tastvorstellungen leicht erkennen, wenn Sie den Versuch machen, das tactile Erinnerungsbild eines sehr bekannten Gegenstandes, etwa einer schwedischen Zündholzschachtel, hervorzurufen. Ebenso erhalten wir das Schreibebild eines Buchstabens vom tactilen Centrum aus nur dadurch, dass wir uns die zum Schreiben desselben nothwendigen Bewegungen nach einander ins Gedächtniss rufen.

Ob auch beim Menschen der gyrus hippocampi, oder der gyrus fornicatus der centrale Sitz des Geruchssinns ist, muss der Entscheidung der Zukunft vorbehalten bleiben; über das Rindenfeld des Geschmacks fehlt uns noch jede Vermuthung. Man darf vielleicht an die noch unbesetzten Gegenden des Schläfehinterhauptlappens denken.

Jetzt bleibt von der Grosshirnrinde nur noch ein grösseres zusammenhängendes Gebiet übrig, nämlich der vordere Theil des Stirnlappens; auf der anderen Seite fehlen vom Körper die zwei grossen Regionen des Rumpfes und Halses, für welche Munk bei Hund und Affen das Stirnhirn in Anspruch nimmt. Man hat lange Zeit im Stirnlappen den Sitz der Intelligenz gesucht, indem man dieselbe als etwas Besonderes sich vorstellte, was über den untergeordneten geistigen Thätigkeiten schwebend, die von aussen her kommenden Erregungen als letzte Instanz in sich aufnähme und verarbeitete. Weder in der Physiologie, noch in der Pathologie, noch in der menschlichen oder vergleichenden Anatomie findet diese Annahme eine hinreichende Unterstützung. Die Intelligenz ist nicht etwas für sich Bestehendes; sie ist nichts anderes, als die Summe aller elementaren psychischen Erscheinungen und daher an die Unversehrtheit des ganzen Grosshirns gebunden. Der relative Unterschied in der Grösse des Stirnhirns zwischen Mensch und Affen schrumpft bei genauer Betrachtung auf einige Procente zusammen und liesse sich, wie Wernicke hervorhebt, ganz gut auf den grösseren Reichthum von Bewegungsvorstellungen zurückführen, welche der aufrechte Gang des Menschen mit sich bringt. Ein charakteristischer Unterschied zwischen dem Grosshirn des Menschen und der Thiere liegt vielmehr in der stärkeren Ausbildung des Schläfelappens und der Insel.

Die Pathologie lässt uns hier beinahe ganz im Stich. Geschwülste und ausgedehnte Erweichungen hat man im Stirnhirn ohne bemerkenswerthe, für die Localisation verwerthbare klinische Symptome verlaufen sehen; vielleicht nur deshalb, weil man zu wenig danach gesucht hat. Denn auch für Rumpf und Nackenmuskeln gilt die Thatsache, dass sie für viele Zwecke auf beiden Seiten zusammen benutzt werden und dass sie deshalb von jeder Hemisphäre her beiderseitig innervirt werden können. Indessen sind in vereinzelten Fällen nach Erkrankung eines Stirnlappens Störungen in der aufrechten Haltung beobachtet worden. So hat noch Bruns unlängst darauf hingewiesen, dass bei Geschwülsten im Stirnhirn ganz ähnliche taumelnde und schwankende Bewegungen vorkommen, wie man sie bei Erkrankungen des Kleinhirns sieht. Vielleicht ist hier die anatomische Thatsache heranzuziehen, dass der Stirnlappen besonders mächtige Faserbündel in der Hirnschenkelfussbahn zum Kleinhirn schickt, über deren Bedeutung wir allerdings vollkommen im Unklaren sind, ebenso wie über diejenige des Kleinhirns selbst.

Das Rindenfeld für den Kehlkopf ist beim Menschen bis jetzt unbekannt.

Ich habe über die Bedeutung der Rindenfelder für die Extremitäten schon im fünften Vortrage eingehender gesprochen und darauf hingewiesen, dass in denselben die einfachen Druck- und Berührungsempfindungen der Haut, die Muskelempfindungen und die Innervationsempfindungen aus den Muskelkernen zur Wahrnehmung kommen, und aus diesen in aufsteigender Reihenfolge die Lagevorstellungen der Glieder, ihre Bewegungsvorstellungen und endlich, als echte Sinnesvorstellungen, die Tastvorstellungen associirt werden. Wir können auch hier wieder subcorticale, corticale und transcorticale Störungen unterscheiden. Bei den letzteren handelt es sich wesentlich um die Bahn zur Seh- und zur Hörsphäre. Die eine Störung (10, Fig. 75) habe ich als tactile Seelenblindheit schon besprochen und insbesondere auf die transcorticale Agraphie aufmerksam gemacht, die sich im einzelnen Falle auf dasjenige Glied beschränkt, von dessen Rindenfeld aus die Leitung zum optischen Bewegungsfelde unterbrochen ist. Dabei ist gleichzeitig auch ein jedes Nachzeichnen mit Hilfe des betroffenen Gliedes unmöglich gemacht, nicht bloss das Copiren von Buchstaben. Die Störung in der akustisch-tactilen

Bahn (8) verräth sich in der Form der tactilen Aphasie. Der Kranke vermag die mit dem betroffenen Gliede betasteten Gegenstände nicht zu benennen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass in solchen Fällen, falls sie einmal rein vorkommen sollten, wegen der ungestörten Verbindung mit der Sehsphäre, der betastete Gegenstand auf diesem Wege erkannt und benannt werden würde. Nur die Bezeichnungen für warm und kalt werden die Kranken schwer oder gar nicht zu finden im Stande sein. Die anatomischen Verhältnisse liegen hier aber so, dass die Zerstörung der einen transcorticalen Bahn, wenn sie in der Nähe des Rindenfeldes statt hat, wohl immer die andere Bahn sowie subcorticale Fasern und die Rinde selbst mitschädigen wird; wenn die Bahn dagegen weiter entfernt vom Rindenfelde unterbrochen wird, so werden Schädigungen anderweitiger Rindenfelder und Bahnen nicht zu vermeiden sein.

Bei der corticalen Störung kommt es wesentlich auf die Ausdehnung der Läsion an. Die Tastvorstellungen sind so viel einfacher als die Vorstellungen innerhalb der höheren Sinnesgebiete, und ausserdem so unabhängig von den Feldern der einzelnen Glieder oder Gliedabschnitte, da sie ja von jedem kleinen Theile eines Gliedes gebildet werden können, dass eine dauernde Vernichtung derselben wohl nur bei sehr ausgedehnter Erkrankung beider Hemisphären zu erwarten ist; dann dürften die Erscheinungen aber überhaupt so schwere sein, dass eine genauere Untersuchung der Tastvorstellungen nicht anzustellen ist. Der Ausfall einzelner Rindencentra wird sich daher, wegen der gegenseitigen Vertretung derselben in psychischer Beziehung, kaum wesentlich von der Unterbrechung der dazu gehörigen subcorticalen Fasern unterscheiden lassen. Nur das Rindenfeld der rechten Hand, bei Violinspielern wohl auch dasjenige der linken, ist vielleicht von grösserer Bedeutung.

Figur 80 zeigt Ihnen in grösserer Ausdehnung schematisirt den Verlauf der wesentlichen Bestandtheile der subcorticalen Bahn. Der Schnitt durch die Rinde ist ähnlich angelegt zu denken, wie derjenige der Figur 75, die ganze Figur von der medianen Seite her gesehen. Ich bitte Sie, Figur 28 zum Vergleich heranzuziehen; der Linsenkern, der hinter der Faserung der inneren Kapsel liegt, ist hier nicht mit gezeichnet (N l — sollte eigentlich N c heissen — ist der geschwänzte Kern), der Sehhügel, der davor liegt, fortgenommen gedacht. Die in den

Sehhügel eintretenden Fasern, darunter die ganze sensorische und sensible Faserung, erscheinen daher in der inneren Kapsel abgeschnitten (Th). Die in der Brücke zum Kleinhirn abbiegenden Fasern (Cb) sind an der Stelle, wo sie in die Querfaserung der Brücke übergehen, ebenfalls abgeschnitten. Die Pyramidenbahn ist bis ins Rückenmark verfolgt. Das unterste Stück der Zeichnung, von der Pyramidenkreuzung (Py kr) an, ist um einen rechten Winkel um die Längsaxe mit dem Uhrzeiger gedreht, die Pyramidenbahn aus der anderen Hemisphäre nach der entgegengesetzten Seite herumgeklappt und der Rückenmarksquerschnitt, wie in Figur 5, in die Ebene der Figur hineingezeichnet. Die Figur zeigt ferner die Austrittsstelle des Sehnerven (II) und die Kerne des dritten, fünften und siebenten Hirnnerven mit ihren Verbindungen nach der Rinde und der Peripherie; die Kerngruppen des dritten und siebenten Hirnnerven sind in je einen Kern zusammengefasst. Die vom Hirn kommenden Nervenfasern der austretenden Hirnnerven kommen in Wirklichkeit nicht, wie hier gezeichnet, aus derselben, sondern aus der entgegengesetzten Hemisphäre und haben ihre Kreuzung schon hinter sich. Endlich erkennen Sie noch ein Stück der, die Haubenbahn enthaltenden Schleifenfaserung (H), welche oben aus dem abgeschnittenen Sehhügel herauskommt.

Sie sehen, wie die Pyramidenbahn nach der Rinde zu fächerförmig sich ausbreitet. Eine Herderkrankung in der Rinde selbst oder im Stabkranz kann leicht die motorische Faserung aus einem einzelnen Rindencentrum functionsunfähig machen, ohne diejenige der benachbarten zu stören, und damit eine Monoplegie des facialis, des Arms oder des Beins herbeiführen. Je weiter unten, um so sicherer wird eine Zerstörung die ganze Pyramidenbahn treffen und vollständige Hemiplegie bewirken. Es kommt indessen niemals zu einer Lähmung aller Muskeln einer Seite; vielmehr bleibt ausser in den Rumpfmuskeln noch eine gewisse Bewegungsfähigkeit in der Schulter und im ganzen Bein zurück. Am besten bleiben am Bein die Hüftmuskeln, die Strecker des Knies und die Dorsalstrecker des Fusses in ihrer Function erhalten. Daher können Hemiplegiker ihr Bein beim Gehen noch als Stelze benutzen. Der Grund für diese Erscheinungen ist, dass die bei der Hemiplegie nicht vollständig gelähmten Muskeln von beiden Hemisphären her innervirt werden.

Eine Zerstörung der gesammten subcorticalen Faserung aus dem Rindenfelde, z. B. des rechten Arms, oder dieses Rindenfeldes selbst, bewirkt, dass der Kranke das Bewusstsein von der Lage des Gliedes und den damit passiv ausgeführten Bewegungen verliert, dass der Arm anästhetisch wird und willkürlich nicht bewegt werden kann. Ist nur die motorische Faserung unterbrochen, so tritt allein Lähmung des Arms ein. Dabei bleiben im Gegensatze zu Erkrankungen im Höhlengrau oder den peripheren Nerven die Reflexe erhalten und es zeigt sich höchstens Atrophie der Muskeln durch Nichtgebrauch, aber keine Entartungsreaction. Ist nur die sensible Faserung unterbrochen, so weiss der Kranke nicht, was mit seinem Arm geschieht; er kann denselben willkürlich frei bewegen, ist aber nur mit beständiger und sorgsamer Unterstützung der Augen im Stande, selbst wenig complicirte Bewegungen zu machen; er kann keinen Knopf knöpfen, keine Nadel einfädeln, von Schreiben und anderen schwierigen Bewegungsformen gar nicht zu reden. Auch hier kommt es nie vor, dass bei corticaler Erkrankung einmal die eine, das andere Mal die andere Tast- oder Bewegungsvorstellung zuerst ausfiele; sondern stets ist die Reihenfolge der Störungen eine gesetzmässige. Wie überall fallen die complicirtesten und feinsten Bewegungen zuerst aus, die gröberen und einfacheren bleiben am längsten erhalten; so kommt es vor, dass die Kranken nicht mehr Geige spielen, nicht mehr schreiben können (corticale oder subcorticale Agraphie), während sie für einfache Bewegungen ihre Muskeln noch gut und ungeschwächt zu verwerthen im Stande sind.

Sie sehen, dass der Weg, welchen die Pyramidenbahn zurücklegt, ein sehr langer ist. Daher kann ein Herd, welcher dieselbe unterbricht, einen sehr verschiedenen Sitz haben, und häufig geben erst anderweitige Erscheinungen die Möglichkeit einer genaueren Bestimmung des Ortes der Erkrankung beim Lebenden. Die recht unglücklich gewählte, weil nur auf den Horizontalschnitt passende Eintheilung der inneren Kapsel in einen vorderen und hinteren Schenkel mit dazwischen befindlichem Knie, erschwert, bei aller Bequemlichkeit für die Bezeichnung, die Auffassung der wirklichen Sachlage ungemein. Auf Figur 80 ist die Gegend des Knies durch die gestrichelte Linie angedeutet. Sie erkennen daraus die Ungleichwerthigkeit beider

Abschnitte. Der vordere Schenkel enthält nur verhältnissmässig wenige annähernd von vorn nach hinten ziehende aus dem Stirnlappen stammende Fasern, deren Unterbrechung keine nachweisbaren Erscheinungen verursacht. Der hintere Schenkel des Horizontalschnittes enthält dagegen Alles, was oberhalb der Durchschnittsebene überhaupt an Fasern in die innere Kapsel eingetreten war, soweit es nicht im Sehhügel sein Ende fand; es fehlen in ihm stets noch diejenigen Fasern, welche erst unterhalb der Schnittebene in die innere Kapsel eintreten. In tiefer liegenden Schnittebenen verschwindet der vordere Schenkel gänzlich.

Am Fusse des Stabkranzes — äussere Umrandung des geschwänzten Kerns (N l Fig. 80) — bewirkt eine Erkrankung, von Fernwirkungen abgesehen, unmittelbar nur die Unterbrechung der gerade an der getroffenen Stelle in die innere Kapsel eintretenden Fasern. Etwas weiter abwärts liegt am sogenannten Knie der Kapsel, also an der median gerichteten Zuschärfung des Linsenkerns, die Facialisfaserung (K) und kann hier isolirt getroffen werden. Dahinter nimmt etwa ein Drittel des sog. hinteren Schenkels der Rest der Pyramidenbahn (A B) ein; eine Durchbrechung hier veranlasst die Entstehung einer Hemiplegie und zwar, je nach der Ausdehnung des Krankheitsherdes nach vorn mit, oder ohne Betheiligung des Mundfacialis. Zu einer genaueren Bestimmung des Sitzes der Läsion sind die bisher bekannten Sectionsbefunde nicht ausreichend. Befindet sich die Erkrankung weiter hinten und unten, so kann die gesammte sensible und sensorische Faserung aus dem hinteren Theile des Scheitellappens (T), dem Hinterhauptlappen (O) und dem Schläfelappen (Ac) getroffen werden und vollständige Hemianästhesie auftreten. Die Pyramidenfaserung kann von hier aus durch ein Weitergreifen der Erkrankung sowohl nach vorn, als nach unten mitgenommen werden, und damit Hemiplegie hinzukommen. Zum Krankheitsbilde der Hemianästhesie rechnet man ausser dem Verluste der Haut- und Muskelempfindlichkeit, also der allgemeinen Sensibilität der einen Körperhälfte, die Herabsetzung des Gehörs, Geruchs und Geschmacks derselben Seite und die gleichseitige homonyme Hemianopsie. Das von Charcot und seinen Schülern behauptete Auftreten von Amblyopie des ganzen gekreuzten Auges ist bis jetzt nicht einwandsfrei erwiesen und

beruht wohl auf Beobachtungen an hysterischen Personen. Es scheint mir nicht unwahrscheinlich, dass es sich mit dem Betroffensein des Geruchs ähnlich verhalte. Wo immer man das Rindenfeld für den Geruchssinn annehmen möge, es erscheint mir schwierig, klar zu legen, auf welchem Wege anatomisch die Geruchsfaserung durch die innere Kapsel hindurch zum Riechdreieck gelangen soll. Man müsste denn annehmen wollen, dass die in den hinteren Theil der inneren Kapsel eingetretenen Fasern durch den Stirnlappenantheil derselben, in entgegengesetzter Richtung gegen alle anderen Kapselfasern verlaufend, wieder aus der Kapsel heraustreten und so, als periphere Fasern corticalwärts ziehend, zu ihrem Nervengebiete kommen würden. Für eine solche Verlaufsweise lässt sich bis jetzt nichts anführen.

Sitzt der krankhafte Process in der Pyramidenbahn noch weiter abwärts, so geben die der Reihe nach austretenden Hirnnerven diagnostische Hinweise auf den genaueren Ort desselben an die Hand. Im unteren Theile der inneren Kapsel vor dem Uebertritt ihrer Fasern in den Hirnschenkel sind die das Sehen und das Riechen vermittelnden Nervenfasern nicht mehr in der dem Höhlengrau zustrebenden Fasermasse enthalten. Gerade an der Stelle, wo der Hirnschenkelfuss aus dem Grosshirn heraustritt, läuft der aus dem Sehhügel kommende dem Chiasma zueilende Sehstreifen schlingenförmig um den ersteren herum. Hier ist die unterste Stelle, wo ein einzelner Herd unmittelbar Hemiplegie und Hemianopsie bewirken kann. In diesem Falle besteht gleichzeitig, wie früher erörtert wurde, hemianoptische Pupillenstarre, während andere Störungen der Sensibilität vollkommen fehlen können. Die folgenden Hirnnerven unterscheiden sich von den Sehnervenfasern dadurch, dass sie an derjenigen Stelle, an welcher ihre Wurzelfasern die Pyramidenbahn durchsetzen oder seitlich daran vorbeiziehen, ihre Kreuzung schon hinter sich haben, während die Hauptmasse der Faserung noch ungekreuzt verläuft. In Folge dessen begleitet einen die Wurzelfasern treffenden Herd eine wechselständige Lähmung oder Gefühlsstörung. Die Lähmung des Nerven ist in diesem Falle ausserdem eine periphere; sie trifft ihn körperwärts von seinem Kerne im Höhlengrau (vergl. Fig. 5 und 80). Die gelähmten Muskeln zeigen deswegen bei der Prüfung mit dem elektrischen Strom die sogenannte Entartungsreaction.

Der Hirnschenkelfuss ist durch das Hindurchtreten der Wurzelfasern des dritten Hirnnerven ausgezeichnet (Fig. 80, III). Eine Erkrankung an dieser Stelle etwa links ruft, neben rechtsseitiger Hemiplegie mit Einschluss des facialis, eine linksseitige Lähmung der Augenmuskeln hervor. Sitzt die Erkrankung weiter unterhalb, so bleibt der nervus oculomotorius auf beiden Seiten unberührt. Bei einem Herde im mittleren Theile der Brücke, der sich seitlich ausdehnt, kann der Quintusstamm (V), sowohl seine motorische, als seine sensible Wurzel in den Bereich der Zerstörung fallen. Am unteren Ende der Brücke sind es der abducens, der facialis (VII) und der acusticus, deren alternirende Lähmung den Sitz des Processes verrathen kann. Bei der Facialislähmung sind in diesem Falle Mund- und Augenantheil zusammen betroffen. Noch einen Schritt weiter abwärts im Gebiete des verlängerten Markes drängt sich der Querschnitt der zum Körper eilenden Faserung immer enger zusammen. In dieser Gegend wird eine die Pyramidenbahn beeinträchtigende Herderkrankung die benachbarten lebenswichtigen Centren für die Athmung und den Herzschlag im Kernsystem des glossopharyngeus, vagus und accessorius kaum je verschonen und muss daher die bedrohlichsten Erscheinungen mit sich führen.

---

Ueber die physiologische Bedeutung des Streifenhügels besitzen wir nicht einmal Vermuthungen. Auf die Thatsache, dass bei den Vögeln sich der Streifenhügel besonders stark entwickelt, der Mantel der grauen Rinde im Verhältniss dazu in der Entwicklung sehr zurückbleibt, während bei den Säugethieren die umgekehrte Eigenthümlichkeit statt hat, lässt sich eine Schlussfolgerung bisher nicht aufbauen. Die nach Blutungen und Erweichungen des Organs beobachteten Erscheinungen können stets auf die Mitverletzung der mitten durch das Ganglion hindurchziehenden inneren Kapsel oder auf die vorübergehende Beeinträchtigung der Function derselben in Folge von Druck oder Ernährungsstörungen bezogen werden. Selbst nach ausgedehnteren Herden, welche nicht über die graue Masse des Streifenhügels hinausgehen, verlieren sich die anfänglich zu beobachtenden Erscheinungen vollständig wieder. Von mehreren Beobachtern sind nach chemischer Reizung der Streifenhügelmasse bei Thieren

krampfartige Bewegungen wahrgenommen worden; Beevor und Horsley haben bei ihren Versuchen an Affen in Folge elektrischer Erregung keinerlei Bewegungen gesehen.

---

Gestatten Sie mir, noch kurz auf die Frage einzugehen, warum selbst ausgedehntere Erkankungsprocesse im Grosshirn, gleichviel ob sie in der grossen Markmasse oder in der Rinde sich befinden, häufig keine nachweisbaren Störungen in der Empfindlichkeit und Beweglichkeit des Körpers und insbesondere nicht in der Intelligenz hervorbringen; wenn man einerseits den Standpunkt der Localisation vertritt und eine echte Vertretbarkeit von Rindentheilen durch einander abweist, andererseits die Intelligenz nur als die Summe der durch die leitenden Fortsätze der Ganglienzellen des Grosshirns vermittelten Associationsvorgänge betrachtet, sollte man selbst nach kleineren Herderkrankungen das Auftreten solcher Störungen erwarten. Dabei ist natürlich von den Fällen abzusehen, in welchen es sich nur um eine Verdrängung der Substanz etwa durch eine Geschwulst handelt; vielmehr ziehe ich nur Erkrankungen in Betracht, bei welchen eine wirkliche Zerstörung oder Functionsvernichtung stattgefunden hat oder anzunehmen ist.

Die Gründe für diese eigenthümliche Erscheinung sind im Wesentlichen in dem Vorgetragenen enthalten. Den einen habe ich bereits im fünften Vortrage (in der Anmerkung) näher ausgeführt, indem ich Sie darauf aufmerksam machte, dass die genaue Projection des Körpers auf die Gehirnoberfläche wegen der in die Projectionsfaserung eingeschobenen Unterbrechung des Höhlengraus cum grano salis aufzufassen sei. Eine ganz ähnliche Erwägung gilt für den Vorgang der Association. Ich habe Ihnen des Näheren geschildert, wie bei dem Ablauf einer Gedankenkette, bei der Verarbeitung einer Sinneswahrnehmung eigentlich stets das ganze Grosshirn in bei den verschiedenen nervösen Elementen abklingendem Grade betheiligt ist, wie selbst bei den einfachsten Vorstellungen viele Tausende von Rindeneinheiten, von Associationsfasern in den verschiedensten Theilen des Gehirns zusammenarbeiten, und wie die Vervollkommnung der geistigen Vorgänge in der immer feineren Abstufung der Erregungsvorgänge in den einzelnen Associationsfasern besteht.

In Folge dessen stellt sich eine Unterbrechung eines Bruchtheils einer Faserung, oder — was nach dem früher Gesagten im Wesentlichen das Gleiche ist — ein partieller Ausfall eines Rindengebietes, in der Form einer Verminderung der Function, einer Herabsetzung der Intelligenz dar. Hier aber scheitert unsere diagnostische Kunst, welche häufig nicht einmal gestattet, selbst einen groben Ausfall geistiger Kraft festzustellen bei Menschen, deren Intelligenzgrad, deren Wissen und Fähigkeiten dem Beobachter vorher gar nicht oder nur oberflächlich bekannt waren.

Endlich darf nicht vergessen werden, dass für eine Reihe von Körpergebieten die eine Hirnhälfte für die andere eintritt, insoweit schon normaler Weise eine mehr oder minder ausgedehnte Vertretung eines Körpertheils in jeder von beiden Hemisphären vorhanden ist; bei den Bein-, den Rumpf-, den Augenmuskeln, im Zungen-Gaumengebiete, beim Gehör und an anderen Stellen haben wir das zu beobachten Gelegenheit gehabt. So kann im einzelnen Falle selbst der volle Ausfall eines ganzen Centrums für uns unbemerkbar bleiben. Nur für die Sprachvorgänge gilt jene Vertretbarkeit nicht. Deshalb verlaufen Erkrankungen in der rechten Hemisphäre, auch wenn das engere Rindengebiet der Sprache nicht betroffen ist, viel häufiger ohne wahrnehmbare locale Erscheinungen, als solche in der linken.

Umgekehrt aber folgt aus dem Zusammenwirken aller Theile des Grosshirns bei der geistigen Thätigkeit, dass der Ausfall oder die Schädigung selbst einer kleinen, umschriebenen Region die Gesammtthätigkeit in wenn auch noch so unbedeutender Weise beeinträchtigen muss. Indem von einem Theilchen der Grosshirnoberfläche Associationsfasern nach allen anderen Theilchen hinziehen und eine functionelle Verknüpfung derselben herbeiführen können, muss die Vernichtung oder Störung eines jeden einzelnen Theilchens die Thätigkeit eines jeden anderen in geringem Grade stören.

# Litteratur.

Wernicke. Der aphasische Symptomencomplex. 1874. Breslau.
ders. Aphasiereferat. Fortschritte der Medicin. 1884, 1886.
ders. Lehrbuch der Gehirnkrankheiten.
Lichtheim. Ueber Aphasie. Deutsches Arch. f. klin. Med. Band 36. 1885. Leipzig. Hirschfeld.
Kussmaul. Die Störungen der Sprache. 1885. Leipzig. Vogel.
Charcot. Neue Vorlesungen über die Krankheiten des Nervensystems. Deutsch von Freud. 1886. Leipzig u. Wien. Deuticke.
Ballet. Die innerliche Sprache. Deutsch von Bongers. 1890. Leipzig u. Wien. Deuticke.
Freud. Zur Auffassung der Aphasien. 1891. Leipzig u. Wien. Deuticke.
Heubner. Fall von Aphasie und Seelentaubheit. Schmidt's Jahrbücher. Band 223, 224.
Grashey. Ueber Aphasie und ihre Beziehungen zur Wahrnehmung. Archiv f. Psych. Band 16.
Naunyn und Nothnagel. Ueber die Localisation der Gehirnkrankheiten. 1887. VI. Congress f. innere Medicin.
Ross. On Aphasia. 1887. London. Churchill.
Bastian. On different kinds of aphasia. 1887. London. Brit. med. assoc.
Allen Starr. Aphasia. 1888. New-York.
ders. Apraxia and aphasia. 1888. New-York. Trow's Co.
ders. The pathology of sensory aphasia.
Sérieux. Cas d'agraphie d'origine sensorielle. 1891. Soc. d. Biologie.
ders. Cas de cécité verbale avec agraphie. 1892. ebd.
Déjérine. Cas de cécité verbale avec agraphie. 1891. ebd.
ders. Troubles de l'ériture chez les aphasiques. 1891. ebd.
ders. De l'agraphie. 1891. Paris. Annales de médecine.
ders. Cécité verbale. 1892. Paris. G. Masson.
ders. Cas d'aphasie sensorielle. 1891. Soc. d. Biologie.
Pick. Beiträge zur Lehre von den Störungen der Sprache. Arch. f. Psych. Band 23.
Brandenburg. Hemianopsie und Alexie.
Berkhan. Fall von subcorticaler Alexie. Arch. f. Psych. Band 23.
Löwenfeld. Zwei Fälle von amnestischer Aphasie. Deutsche Zeitschrift f. Nervenheilkunde. Band II. 1891.
Adler. Fall von subcorticaler Alexie. Berl. klin. Woch. 1890. No. 16.
ders. Zur Kenntniss der seltneren Formen von sensor. Aphasie. Neurol. Centralbl. 1891. No. 10, 11.
Eisenlohr. Beiträge zur Lehre von der Aphasie. Deutsch. med. Woch. 1889. No. 36.

Bruns u. Stölting. Fall von Alexie mit Hemianopsie. Neurol. Centralbl. 1888. No. 17, 18.

Goldscheider. Centrale Sprach-, Schreib- und Lesestörungen. Berl. klin. Woch. 1892. No. 4.

Kast. Ueber Störungen des Gesanges und des musikalischen Gehörs. Aerztlich. Intelligenzbl. 1885. No. 44.

Frankl-Hochwart. Ueber den Verlust des musikalischen Ausdrucksvermögens. Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilkunde. Band 1.

Wilbrand. Seelenblindheit. 1887.

ders. Ein Fall von Seelenblindheit und Hemianopsie mit Sectionsbefund. Deutsch. Zeitschr. f. Nervenheilkunde. Band 2. 1892.

Lissauer. Ein Fall von Seelenblindheit. Arch. f. Psych. Band 21.

Mauthner. Gehirn und Auge.

Monakow. l. c.

Freund. Ueber optische Aphasie und Seelenblindheit. Arch. f. Psych. Band 20.

ders. Ueber cerebral bedingte optische Hyperästhesie. Neurol. Centralblatt. 1892. No. 17.

Wernicke. Herderkrankung des unteren Scheitelläppchens. Arch. f. Psych. Band 20.

Siemerling. Fall von sogenannter Seelenblindheit. Arch. f. Psych. Band 21.

Wilbrand. Hemianopsie. 1881. Berlin. Hirschwald.

ders. Die hemianopischen Gesichtsfeldformen. 1890. Wiesbaden. Bergmann.

Förster. Rindenblindheit. Graefe's Arch. f. Ophthalmol. Band 36.

Schweigger. Ein Fall von beiderseitiger Hemianopsie. Arch. f. Augenheilkunde. Band 22.

Charcot. Localisation der Gehirnkrankheiten. Deutsch v. Fetzer. I. 1878. II. 1881. Stuttgart. Bonz.

Exner. Die Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde des Menschen. 1881. Wien. Braumüller.

Bruns. Ueber Störungen des Gleichgewichts bei Stirnhirntumoren. Verhandlungen der 64. Versamml. der Ges. Deutsch. Naturforsch. u. Aerzte. 1892. Leipzig. Vogel.

## Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren 44—57 der Tafeln I—VI stellen vierzehn Frontalschnitte durch die eine Gehirnhälfte dar. Dieselben sind von Herrn Oscar Loch hier nach Präparaten des Verfassers möglichst naturgetreu gezeichnet. Nur auf Fig. 52 sind die radiär durch den Stabkranz hindurchtretenden Faserbündel aus dem Balken und dem Schwanzkernbündel etwas zu scharf markirt. Die Präparate sind nach der Pal-schen Methode gefärbt. Die Schnitte 44 und 45 treffen den Hinterhauptlappen ziemlich weit hinten und sind von einander nur etwa 1 mm entfernt. Schnitt 44 zeigt die Balkenfasern noch nicht zu einer eigenen Schicht vereinigt, was in 45 bereits erfolgt ist (f). Schnitt 46 liegt an der vorderen Grenze des Hinterhauptlappens und trifft die Vereinigungsstelle der fissura calcarina mit dem sulcus occipito-parietalis. Schnitt 47 liegt dicht hinter dem Balkenwulst und geht durch das absteigende Stück der Zwinge. Schnitt 48 geht mitten durch den Balkenwulst, trifft das zum Ammonshorn absteigende Stück des Gewölbes der Länge nach, ferner den hinteren Bogen des Schwanzes vom Schwanzkern und schneidet gerade noch die am weitesten nach hinten gelegene Wölbung des Pulvinars ab. Schnitt 49 schneidet die hintere Commissur, beide Kniehöcker und die Verbindungsbrücken zwischen dem hinteren scharfen gezähnten Rande des Linsenkerns und dem absteigenden Bogen des Schwanzkerns; er zeigt im Längsschnitt den Verlauf der Schleifenfasern aus dem Sehhügel bis in die Brückenregion. Schnitt 50 trifft das hintere Ende des Linsenkerns; er zeigt den Verlauf der Hirnschenkelfussfasern aus der inneren Kapsel bis in die Brücke hinein der Länge nach. Schnitt 51 geht durch das vordere Stück des Sehhügels mit der mittleren Commissur und die grösste Breite des Linsenkerns, der hier mit dem Mandelkern und durch dessen Vermittlung mit der Hirnrinde zusammenhängt; er trifft die sog. aufsteigende Wurzel des Gewölbes mit dem corpus mamillare und die hintersten wahrnehmbaren Ausläufer der vorderen Commissur. Schnitt 52 liegt dicht vor dem Sehhügel; er zeigt absteigende Wurzel des Gewölbes, Linsenkern- und Hirnschenkelfussschlinge und Hakenbündel sämmtlich längs geschnitten, die vordere Commissur als Querschnitt. Schnitt 53 liegt unmittelbar hinter dem Chiasma der Sehnerven und trifft die vordere Commissur in ihrem vorderen transversal laufenden Stücke im Längsschnitt, das nach vorn umgebogene in das Stirnhirn eindringende

Hakenbündel im Querschnitt; er zeigt den Zusammenhang des Linsenkerns mit der vorderen durchlöcherten Platte, und unter der letzteren die beiden Wurzeln des Riechstreifens. Schnitt 54 geht durch das hinterste Stück des Balkenknies; er trifft das vorderste Stück des Linsenkerns in seinem Zusammenhange mit dem Kopfe des Schwanzkerns rings von der Markmasse umgeben. Schnitt 55 schneidet eben noch die vorderste Kuppe des Schwanzkerns ab. Schnitt 56 geht vor dem Schwanzkern durch das vordere absteigende Stück des Schwanzkernbündels, welches im Längsschnitte erscheint, und das vorderste Stück des Balkenknies. Schnitt 57 schneidet vor dem Balkenknie das vorderste Stück vom vorderen Balkenbogen und der Länge nach den vorderen, aufsteigenden Bogen der Zwinge.

## Windungen:

Br Broca'sche Windung.
c A cornu Ammonis.
cu, cun } cuneus.
g a gyrus angularis.
g c a ,, centralis anterior.
g c p ,, ,, posterior.
g f ,, fornicatus.
g fr i ,, frontalis inferior.
g fr m ,, ,, medius.
g fr s ,, ,, superior.
g fus ,, fusiformis.
g h ,, hippocampi.
g l ,, lingualis.
g m ,, marginalis.
(g m Fig. 35 im Stirnhirn gyrus marginalis des Stirnlappens.)
g o i gyrus occipitalis inferior.
g o m gyrus occipitalis medius.
g o s ,, ,, superior.
g p c lobulus paracentralis.
g r gyrus rectus.
g s c ,, subcallosus.
g t i, g t III } ,, temporalis inferior.
g t m, g t II } ,, ,, medius.
g t s ,, ,, superior.
J Insula Reilii.
l p c lobulus paracentralis.
l p s ,, parietalis superior.
praec praecuneus.
p i untere, p s obere } Uebergangswindung.
T lobus temporalis.

## Furchen:

c sulcus centralis.
coll ,, collateralis.
c m ,, calloso-marginalis.
e ,, parallelis.
f c fissura calcarina.
f S ,, Sylvii.
i sulcus interparietalis.
o ,, occipitalis anterior.
o p, p o } ,, occipito-parietalis.
r a ramus anterior fissurae Sylvii.
r p ,, posterior ,, ,,
s cr sulcus cruciatus.
s f m sulcus frontalis medius.
s fr i ,, ,, inferior.
s fr s ,, ,, superior.
s i a ,, interangularis.
s m ,, marginalis (des Stirnlappens).
s pc, s pr } ,, praecentralis.
s r ,, rectus.
s t II ,, temporalis II.
s t III ,, ,, III.
s v (Fig. 33) irrthümlich statt s r.

## Sonstige Bezeichnungen:

a absteigender Theil des Seitenventrikels.
A Amygdala, Mandelkern.
a l ansa lenticularis, Linsenkernschlinge.
a p ansa peduncularis, Hirnschenkelfussschlinge.
c a commissura anterior.
Cb Cerebellum, Kleinhirn.
cb m mittlerer Kleinhirnschenkel, Brückenarm.
cb s oberer Kleinhirnschenkel, Bindearm.
c c corpus callosum, Balken.
c e capsula externa.
cg cingulum, Zwinge.
c g e corpus geniculatum externum, äusserer Kniehöcker.
c g i corpus geniculatum internum, innerer Kniehöcker.
ch chiasma nervorum opticorum.
c i capsula interna.
cl claustrum, Vormauer.
c l cella lateralis, Mittelstück des Seitenventrikels.
c ml commissura media s. mollis.
c mm corpus mamillare s. candicans.
c p commissura posterior.
c r corona radiata, Stabkranz.
c r' transversal verlaufende Stabkranzfasern des Hinterhauptlappens.
c r t corona radiata temporalis, Stabkranz des Schläfelappens.
f forceps.
fi fimbria.
f i forceps inferior.
f l ,, lateralis.
f m ,, medianus.
f n c fasciculus nuclei caudati, Schwanzkernbündel.
f s forceps superior.
f t, f t' fasciculus transversus cunei.
f u ,, uncinatus, Hakenbündel.
fx fornix, Gewölbe.
fx d aufsteigende Wurzel des Gewölbes.
g c genu corporis callosi, Balkenknie.
gl p globus pallidus des Linsenkerns.
h Hinterhorn des Seitenventrikels.
l lemniscus, Schleife.
l i fasciculus longitudinalis inferior, unteres Längsbündel, äussere sagittale Schicht.
l p a lamina perforata anterior.
n c nucleus caudatus, Schwanzkern.
n c' Schläfeantheil des Schwanzkerns.
n l, N l nucleus lenticularis, Linsenkern.
o tractus opticus, Sehstreifen.
o i oliva inferior.
Olf tractus olfactorius, Riechstreifen.
p P pes pedunculi, Hirnschenkelfuss.
Ps pons, Brücke.
Pu pulvinar des Sehhügels.
py Pyramidenbahn.
r (Fig. 48) Rautengrube, ventriculus quartus.
r (Fig. 54) rostrum corporis callosi, Balkenschnabel.
str c stria cornea, Hornstreifen.
s p septum pellucidum.
Th thalamus opticus, Sehhügel.
t c tuber cinereum.
t o tractus opticus, Sehstreifen.
u Unterhorn des Seitenventrikels.
v Vorderhorn ,, ,,
V Vicq d'Azyr'scher Streifen.

---

V nervus trigeminus.
VII ,, facialis.
VIII ,, acusticus.

**Fig. 1.** (Tafel VII.) Schema der Ganglienzellen nach der alten Vorstellung. m motorische, s sensible Ganglienzelle des Rückenmarks, 1 hintere, 2 vordere Nervenwurzelfaser, 4 5 Verbindungen mit dem Gehirn, 6 7 mit anderen Zellen des Rückenmarks.

**Fig. 2.** (Tafel VII.) Ein nervöses Element mit seinen Verbindungen nach den gegenwärtigen Anschauungen. a Körper der Ganglienzelle, b b protoplasmatische Fortsätze, c leitender (Axencylinder-) Fortsatz, d Kernkörperchen, e Kern, f Markmantel, g Collaterale der Nervenfaser, sich in mehrere Aeste spaltend, h Fibrillenbaum mit Endkolben einer Collaterale mit dem Fibrillenbaum eines anderen Elementes sich durchflechtend, i Endverästelung des Axencylinderfortsatzes den Körper eines zweiten nervösen Elementes k umgreifend.

**Fig. 3.** (Tafel VII.) Schema des Projectionssystems. R Rindengrau, G Gangliengrau, H Höhlengrau, v Vorderhorn, h Hinterhorn des Rückenmarks, m motorische, s sensible Wurzelfaser, s′ s″ sensible Bahn für die Hautempfindung, σ′ σ″ desgl. für die Innervationsempfindung, p Pyramidenbahn, π Bahn für die höheren Reflexe.

**Fig. 4.** (Tafel VIII.) Schema der Form des centralen Nervensystems. R Grosshirnrinde, G Gangliengrau, H Höhlengrau, V Ventrikel, m m m motorische, s s s sensible Wurzelfasern der Rückenmarksnerven.

**Fig. 5.** (Tafel VII). Schema der Faserung des centralen Nervensystems. C Grosshirnrinde (in derselben: O Rindencentrum des Gesichts, m motorisches, s sensorisches Rindencentrum, V Centrum des Trigeminus, VII des Facialis), Nl Linsenkern, Nc Schwanzkern, Th Sehhügel, Qu Vierhügel, Cb Kleinhirnrinde, Nd gezahnter Kern, Pd Hirnschenkelfuss, Ps Brücke, M o verlängertes Mark, M s Rückenmark, G sp Spinalganglion, pk Brückenkerne, V (in der Brücke) Trigeminuskern, VII (desgl.) Facialiskern, o Olive, v Vorderhorn, h Hinterhorn des Rückenmarks, m (am Rückenmark) motorischer, s (desgl.) sensibler peripherer Nerv, 1 Pyramidenbahn, 1′ vordere Wurzelfaser, 2 centrale centrifugale, 2′ periphere Facialisbahn, 3 3′ Bahn zum Kleinhirn und mittlerer Kleinhirnschenkel, 4 4′ centrale sensible Bahn, 4″ hintere Wurzelfaser, 5 5′ centrale, 5″ periphere Trigeminusbahn, 5‴ Kleinhirnfasern zum Trigeminuskern, 6 6′ Bahn für die Innervationsempfindung aus dem Rückenmark, 7 7′ desgl. aus dem Facialiskern, 8 Bahn für die höheren Reflexe aus dem Sehhügel zum Rückenmark, 9 desgl. zum Facialiskern, 10 mittlerer Kleinhirnschenkel, 10′ unterer Kleinhirnschenkel, Fasern zur Olive, 10″ desgl. Kleinhirnseitenstrangbahn, 8‴ Olivenfasern zum Hinterstrang des Rückenmarks, 11 Reflexbahn im Rückenmark, 12 Reflexbahn vom Trigeminus zum Facialis, 13 Reflexbahn im Sehhügel, 14 15 17 18 Associationsfasern des Grosshirns, 16 centrale, 16′ periphere Opticusbahn.

**Fig. 6—24.** Abbildungen zur Entwickelungsgeschichte.

**Fig. 6.** (Tafel VII.) Rohrförmige Anlage des centralen Nervensystems. I. Längsschnitt. II. Querschnitt. a Hohlraum, e Endplatte.

**Fig. 7.** (Tafel VIII.) Gliederung des Rohrs in das vordere (V), mittlere (M) und hintere (H) Hirnbläschen und das Rückenmark (M sp), a—d die entsprechende Gliederung des Hohlraums.

**Fig. 8.** (Tafel VIII.) Embryonales Nervensystem nach His. V, M, H, e wie in Fig. 7. Hs Hemisphärenanlage, z Zwischenhirn, A Augenblase, vsk vordere, hsk hintere Scheitel-, brk Brücken-, nk Nackenkrümmung.

**Fig. 9 und 10.** (Tafel VIII.) Längsschnitte durch 8 in der Richtung der Linien x . . x und x x . . x x . e Grenzfurche zwischen dem unpaaren Hemisphärenbläschen und dem Zwischenhirn, o Augenblase, o′ Sehnerv.

**Fig. 11.** (Tafel VIII.) Späteres Stadium von 9. Zerfall des unpaaren Hemisphärenbläschens in die beiden Hemisphären des Grosshirns durch die Medianspalte (f). f M foramen Monroi, a' Seitenventrikel, a Rest des unpaaren Hohlraums des Hemisphärenbläschens.

**Fig. 12.** (Tafel VIII.) Dasselbe Stadium, Ansicht von oben.

**Fig. 13.** (Tafel VIII.) Ansicht von der Seite nach Bildung der Sylvi'schen Spalte. T Schläfelappen, O Hinterhauptlappen, P Scheitellappen, F Stirnlappen, Of Riechlappen, f S fissura Sylvii, a Ast derselben, welcher den Riechlappen abtrennt, l i Inselfuss.

**Fig. 14.** (Tafel VIII.) Dasselbe. Späteres Stadium. Die Hemisphäre ist um die Sylvi'sche Furche herumgewachsen.

**Fig. 15.** (Tafel VIII.) Ansicht der Hemisphäre von innen, nachdem dieselbe am Monro'schen Loch vom Zwischenhirn abgeschnitten. f M foramen Monroi, b Querschnitt des ungetheilt in der Tiefe der Medianspalte zurückgebliebenen vorderen Wandstückes des ursprünglichen Hemisphärenbläschens, st Stiel des Streifenhügels, v secundäre Verwachsungsstelle zwischen Sehhügel und Streifenhügel.

**Fig. 16.** (Tafel IX.) Horizontalschnitt. Späteres Stadium von 11, rechts weiter fortgeschritten als links. Bezeichnung wie dort. f S fissura Sylvii, C st corpus striatum, Th Thalamus opticus, g Stück der medianen Hemisphärenwand, welches später mit Streifenhügel und Sehhügel verwächst.

**Fig. 17.** (Tafel IX.) Dasselbe. Zwei weitere Stadien. a a' Seitenventrikel, a'' Spaltraum des Seitenventrikels, welcher bei der Verwachsung verschwindet, st Stiel des Streifenhügels.

**Fig. 18.** (Tafel IX.) Horizontalschnitt dicht oberhalb des foramen Monroi aus derselben Entwicklungsperiode wie Fig. 17.

**Fig. 19.** (Tafel X.) Horizontalschnitt oberhalb der fissura Sylvii aus derselben Entwicklungsperiode, wie die beiden vorhergehenden.

**Fig. 20.** (Tafel X.) Horizontalschnitt. Späteres Stadium von 17. Die secundäre Verwachsung zwischen Streifenhügel, medianer Hemisphärenwand und Sehhügel hat stattgefunden. ch ch' Adergeflechtsfurche, ch'' Uebergangsstück zwischen beiden seitlichen Adergeflechten.

**Fig. 21.** (Tafel IX.) Sagittalschnitt durch die Hemisphäre aus derselben Entwicklungsperiode wie Fig. 20.

**Fig. 22.** (Tafel X.) Frontalschnitt hinter dem foramen Monroi. Links Beginn der Streifenhügelbildung, rechts Verwachsung des Streifenhügels, Sehhügels und der medianen Hemisphärenwand. a cella lateralis, a' Unterhorn des Ventrikels, f S fissura Sylvii, f Medianspalte, c str Streifenhügel, Th Sehhügel, g mediane Hemisphärenwand, fx Stelle des späteren Gewölbes, c dritter Ventrikel.

**Fig. 23.** (Tafel XI.) Derselbe Schnitt in späterem Entwicklungsstadium. Links Beginn der Projectionsfaserbildung, rechts Bildung der inneren Kapsel. I Insel, ch ch' Adergeflechtsfurche, n l Linsenkern, n c, n c' Schwanzkern, c l Vormauer, c e äussere Kapsel, c i innere Kapsel, p P Hirnschenkelfuss, c A Ammonshorn.

**Fig. 24.** (Tafel XI.) Derselbe Schnitt. Entstehung des Balkens. c c Balkendurchbruch, fx Gewölbe, V fünfter Ventrikel, s p septum pellucidum, ch m mittleres Adergeflecht, ch l seitliches Adergeflecht.

**Fig. 25.** (Tafel X.) Mediane Fläche der entwickelten Hemisphäre nach Abtrennung des Zwischenhirns am foramen Monroi und in der Verwachsungsfläche (g Fig. 22). c c Balken, g Balkenknie, r Balkenschnabel, spl Balkenwulst, s p septum pellucidum, f Gewölbe, f M foramen Monroi, c a vordere Commissur, p s p Stiel des septum pellucidum, st Stiel des Streifenhügels, ch Adergeflechtsfurche, c str Verwachsungsfläche des Streifenhügels mit der medianen Hemisphärenwand. F Stirnlappen, P Scheitellappen, O Hinterhauptlappen, T Schläfelappen, Of Riechstreifen (im Verhältniss viel zu gross dargestellt), U Haken. Die Furchen und Windungen sind wie auf den Frontalschnitten Fig. 44—57 bezeichnet.

**Fig. 26.** (Tafel IX.) Form des Seitenventrikels im Sagittalschnitt. v Vorderhorn, c l cella lateralis, a absteigender Theil, h Hinterhorn, u Unterhorn.

**Fig. 27.** (Tafel IX.) Sagittalschnitt durch die Hemisphäre seitlich der Mittellinie. Of Riechstreifen, l i Inselfuss, n l Linsenkern, A Mandelkern, n c Schwanzkern, c i innere Kapsel, v, c l, a, u wie Fig. 26.

**Fig. 28.** (Tafel X.) Der Streifenhügel von der Medianfläche her gesehen, frei aus der Markmasse herauspräparirt, mit der Andeutung der hindurchbrechenden Fasern der inneren Kapsel. n c Kopf des Schwanzkerns, n c' Schwanz desselben, n l Linsenken. P p Hirnschenkelfuss, f f' Projectionsfasern zum Stirnlappen, p zum Scheitellappen, o zum Hinterhauptlappen, t zum Schläfelappen.

**Fig. 29.** (Tafel X.) Freie Endigung der Rinde über dem Balken im Frontalschnitt. c c Balken, R Rindenquerschnitt.

**Fig. 30.** (Tafel X.) Desgl. im Ammonshorn des Schläfelappens. T a fascia dentata Tarini, fx Gewölbe, u Unterhorn.

**Fig. 31.** (Tafel X.) Mandelkern (A) und Vormauer (cl) von der Seite her gesehen.

**Fig. 32.** (Tafel XI.) Hemisphäre von aussen, Bildung der Sylvi'schen Spalte (f S). r a vorderer, r p hinterer Ast derselben.

**Fig. 33.** (Tafel XII.) Gehirn von unten. Die linke Hälfte des Kleinhirns ist entfernt. b o Riechkolben, t o (hinter b o) Riechstreifen, tr o Riechdreieck, r m mediane, r l laterale Wurzel des Riechstreifens, c c Balken, ch Chiasma der Sehnerven, n o Sehnerv, t o (hinter n o) Sehstreifen, s p a vordere, s p p hintere durchlöcherte Platte, inf Trichter, c m corpus mamillare, P Hirnschenkel, pu pulvinar, Ps Brücke, M o verlängertes Mark, m sp Rückenmark, py Pyramide, o i untere Olive, c r Strickkörper. Die Furchen und Windungen sind wie auf den Frontalschnitten Fig. 44—57 bezeichnet.

**Fig. 34.** (Tafel XII.) Gehirn in der Mitte sagittal durchschnitten, Medianfläche. c c Balken, g Balkenknie, spl Balkenwulst, s p septum pellucidum, p s p Stiel desselben, fx Gewölbe, c a vordere, c ml mittlere, c p hintere Commissur, f M foramen Monroi, Th Sehhügel, t tuber cinereum, c dritter Ventrikel, ch Chiasma, n o Sehnerv, inf Trichter, g th Hirnanhang, c mm corpus mamillare, con Zirbel, Qu Vierhügel, a S aquäductus Sylvii, IV Rautengrube, Cb Kleinhirn, Ps Brücke,

M o verlängertes Mark, c sulcus centralis, c m s. calloso-marginalis, o p s. occipito-parietalis, f c fissura calcarina, g s c gyrus subcallosus.

**Fig. 35.** (Tafel XI.) Furchen und Windungen der convexen Fläche. Die Bezeichnung ist dieselbe wie auf den Frontalschnitten Fig. 44—57.

**Fig. 36.** (Tafel XI.) Inselwindungen. s i Inselhauptfurche, g l gyrus longus, g br gyri breves.

**Fig. 37.** (Tafel XI.) Hemisphäre von vorn.

**Fig. 38.** (Tafel XIII.) Ganglienzellen der Grosshirnrinde. a Pyramide, b Korn, c Spindel.

**Fig. 39.** (Tafel XIII.) Schnitte durch die Grosshirnrinde, links fünfschichtiger Typus: a Zellenfreie Randschicht, b Schicht kleiner, c grosser Pyramiden, d Körnerschicht, e Spindelzellenschicht, f Tangentialfaserung, g supraradiäres Flechtwerk, h Vicq d'Azyr'scher Streifen, i intraradiäres Flechtwerk, k radiäre Faserbündel. Rechts achtschichtiger Typus (calcar avis): a Zellenfreie Randschicht, b Schicht kleiner Pyramiden, c erste, e zweite, g dritte Körnerschicht, d erste, f zweite Zwischenkörnerschicht, h Spindelzellenschicht, i Tangentialfaserung, k supraradiäres Flechtwerk, l Vicq d'Azyr'scher Streifen, m intraradiäres Flechtwerk, n radiäre Faserbündel.

**Fig. 40.** (Tafel XIII.) Schnitt durch eine Windung, um die Richtung der Pyramiden und Spindeln zu zeigen. py Pyramiden, sp Spindeln, pr Projectionsfasern, ass Associationsfasern.

**Fig. 41.** (Tafel XIV.) Schema einer Rindeneinheit (RE) mit ihren Fasern. F P Fronto-parietalhirn, O T Occipito-temporalhirn, f S Sylvi'sche Spalte, J Insel, cl Vormauer, c e äussere Kapsel, N l Putamen des Linsenkerns, Gl p Globus pallidus desselben, N c, N c' Schwanzkern, c i innere Kapsel, Th Sehhügel, Cb Kleinhirn. 1 Pyramidenbahn, 1' gekreuzter, 1'' ungekreuzter Antheil derselben, 2 Brückenbahn zum Kleinhirn, 3 Stabkranz zum Sehhügel, 3' Fortsetzung desselben zur Haube, 4 Associationsfaserung des Schwanzkerns, 5 6 7 8 Projectionsfaserung des Streifenhügels, 9 Balken, 10 vordere Commissur, 11 kurze, 12 lange Associationsfasern der Rinde.

**Fig. 42.** (Tafel XIII.) Schema des Stabkranzes, von der convexen Fläche her durch Abfasern freigelegt. N l Linsenkern, F Stabkranzfasern zum Stirnlappen, P zum Scheitellappen, O zum Hinterhauptlappen, T zum Schläfelappen, f S Sylvi'sche Spalte, c Centralfurche, o p Occipito-parietalfurche.

**Fig. 43.** (Tafel XIII.) Schema der langen Associationsfasern, von der convexen Fläche der Hemisphäre her gesehen. f u Hakenbündel, f a (fasciculus arcuatus, s. longitudinalis superior) oberes Längs- oder Bogenbündel, f l i unteres Längsbündel, cg Zwinge, a br kurze Associationsfasern der convexen Fläche des Hinterhauptlappens.

**Fig. 58.** (Tafel XIV.) Einfachste Form einer Rindeneinheit. a motorisches Element, b, c associative Elemente, 1 ableitender, 2 zuleitender, 3—6 associative Axencylinderfortsätze.

**Fig. 59.** (Tafel XIV.) Dreizelliger Organismus. a Sinneszelle, 1 Fortsatz derselben, b Ganglienzelle, 2 Fortsatz derselben, c Muskelzelle.

**Fig. 60.** (Tafel XIV.) Schema der Erregung einer Rindeneinheit (R E). z F zuleitende, a F ableitende Faser, A F Associationsfasern.

**Fig. 61.** (Tafel XIV.) Schema der gleichzeitigen Erregung zweier Rindeneinheiten.

**Fig. 62.** (Tafel XIV.) Schema eines Erinnerungsbildes bei Nichtannahme besonderer erinnernder Elemente. 1—6 Rindeneinheiten.

**Fig. 63.** (Tafel XIV.) Schema dreier Erinnerungsbilder bei Annahme besonderer erinnernder Elemente. 1—7 wahrnehmende, a—g erinnernde Elemente.

**Fig. 64.** (Tafel XV.) Schema einer Vorstellung, in die Gehirnform eingetragen. O optische, A akustische, T tactile Componente, S Klangerinnerungsbild des zugehörigen Wortes.

**Fig. 65.** (Tafel XV.) Zur Wahrnehmung gesehener Formen.

**Fig. 66 und 67.** (Tafel XV.) Gehirn des Hundes mit den einzelnen Sinnessphären von oben und von der Seite nach Munk. A Sehsphäre, A′ Stelle des deutlichsten Sehens, B Hörsphäre, C Fühlsphäre der hinteren, D der vorderen Extremität, E des Kopfes, F des Auges, G des Ohrs, H des Nackens, J des Rumpfes.

**Fig. 68 und 69.** (Tafel XV.) Dasselbe beim Affen nach Munk.

**Fig. 70.** (Tafel XVI.) Motorische Reizpunkte auf der Grosshirnrinde des Affen nach Beevor und Horsley. Die Bezeichnungen unter der Abbildung geben die Reihenfolge der Reizpunkte auf dem Durchschnitte der inneren Kapsel an.

**Fig. 71.** (Tafel XVI.) Netzhaut und Sehsphäre des Hundes im Horizontalschnitt. Gf Gesichtsfeld, r s linke, r d rechte Netzhaut, S s linke, S d rechte Sehsphäre.

**Fig. 72.** (Tafel XVI.) Dasselbe im Sagittalschnitt.

**Fig. 73.** (Tafel XVI.) Dasselbe im Horizontalschnitt beim Affen. $\mu$ $o$ $\nu$ Object, m o n, m′ o′ n′ Bild auf der Netzhaut, N O O′ N′, M O O′ M′ Bild in der Sehsphäre. (Alle drei Figuren nach der Munk'schen Auffassung.)

**Fig. 74.** (Tafel XVI.) Aphasie-Schema nach Lichtheim-Wernicke. a akustisches, b motorisches Sprachcentrum, c Begriffscentrum, s Klangbahn, m Sprachbahn.

**Fig. 75.** (Tafel XVII.) Schema der associativen Verbindungen der einzelnen Rindencentren mit Rücksicht auf die Pathologie. Sagittalschnitt. N l Linsenkern, c i Fuss des Stabkranzes, c c Bruchstücke des Balkens, c a vordere Commissur, o m optisch-motorisches, o s optisch-sensorisches Feld, Ac akustisches Feld für die Wahrnehmung der Tonverhältnisse, Kl Klangfeld für die Wahrnehmung der Tonhöhen, Br motorisches Sprachfeld, Z Zungencentrum, K Kopfcentrum, A Armcentrum, B Beincentrum, 1′ 1—5 Projectionsfaserzüge zu den entsprechenden Rindenfeldern, 6—13 Associationsfaserzüge, 14 15 Balkenfasern, 16 Faserung der vorderen Commissur, 6 7 optisch-akustische Bahn vom linken Sprachfelde zum linken (unteres Längsbündel), 14 desgl. zum rechten optischen Felde (Forcepstapetumbahn).

**Fig. 76.** (Tafel XVI.) Verbindungen der Hinterhaupt- und Schläfelappen beider Hemisphären mit einander. R O rechter, L O linker Hinterhauptlappen, R T rechter, L T linker Schläfelappen, 1 1′ kurze Associationsfasern innerhalb der Rinde, 2 unteres Längsbündel, 3 4 Balkenfasern, 5 Forceps-tapetumbahn. (Die Bahn 2 ist irrthümlich in der rechten statt in der linken Hemisphäre gezeichnet.)

**Fig. 77.** (Tafel XVII.) Projectionsfaserung der Schläfelappen. Ac s linker, Ac d rechter Hörnerv, T s linker, T d rechter Schläfelappen.

**Fig. 78.** (Tafel XVII.) Schema für die Schreib- und Lesestörungen nach Wernicke (vergl. Fig. 74). α Centrum für die gelesenen Buchstaben (Lesecentrum), β Centrum der rechten Hand (Schreibecentrum), o Auge, e Hand.

**Fig. 79.** (Tafel XVII.) Schema der Projectionsfaserung beider Sehsphären. O s Hinterhauptlappen, Pu Pulvinaria der Sehhügel, Sph K Kerne der Irisverengerer, T o Sehstreifen, Ch Chiasma, N o Sehnerven, R Netzhäute, III nervi oculomotorii.

**Fig. 80.** (Tafel XVII.) Schema der Projectionsfaserung, Sagittalschnitt. F Stirnlappen, Br Broca'sche Windung, K Centrum für den Kopf, A die obere, B die untere Extremität, C Tactiles Centrum im Scheitellappen, O Sehsphäre, Ac Hörsphäre, N l Schwanzkern, Cb cb Brückenbahn zum Kleinhirn, Th Stabkranz zum Sehhügel, H Haubenbahn, II Sehnerv, III n. oculomotorius, V trigeminus, VII facialis, Py kr Pyramidenkreuzung, Py S Pyramidenseitenstrangbahn, Py V Pyramidenvorderstrangbahn, m vordere Wurzel der Rückenmarksnerven, M sp Rückenmark, Kn Lage des sog. Knies der inneren Kapsel.

Druck von Leopold Freund, Breslau.

Tafel I.

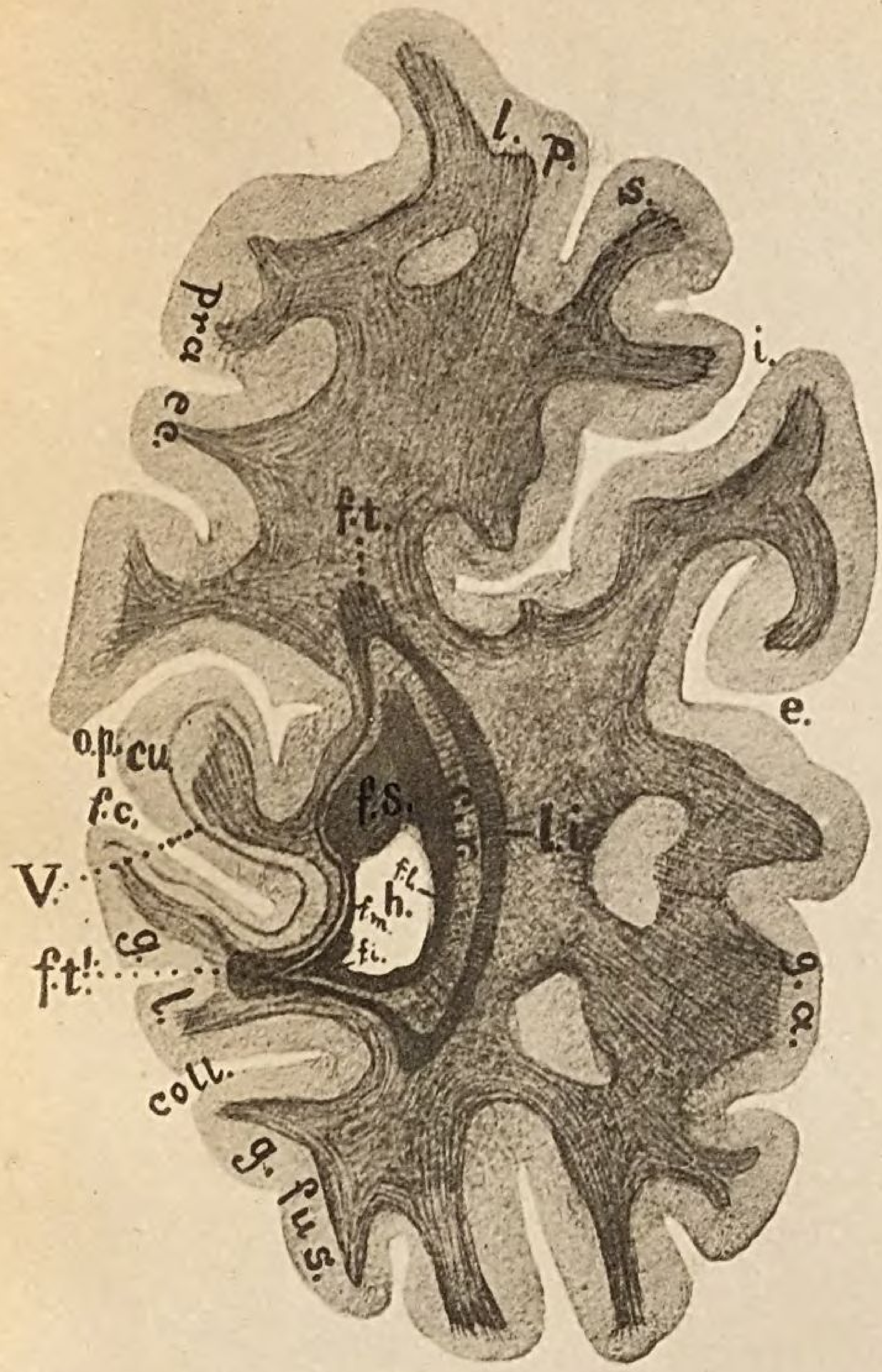



Fig. 46.

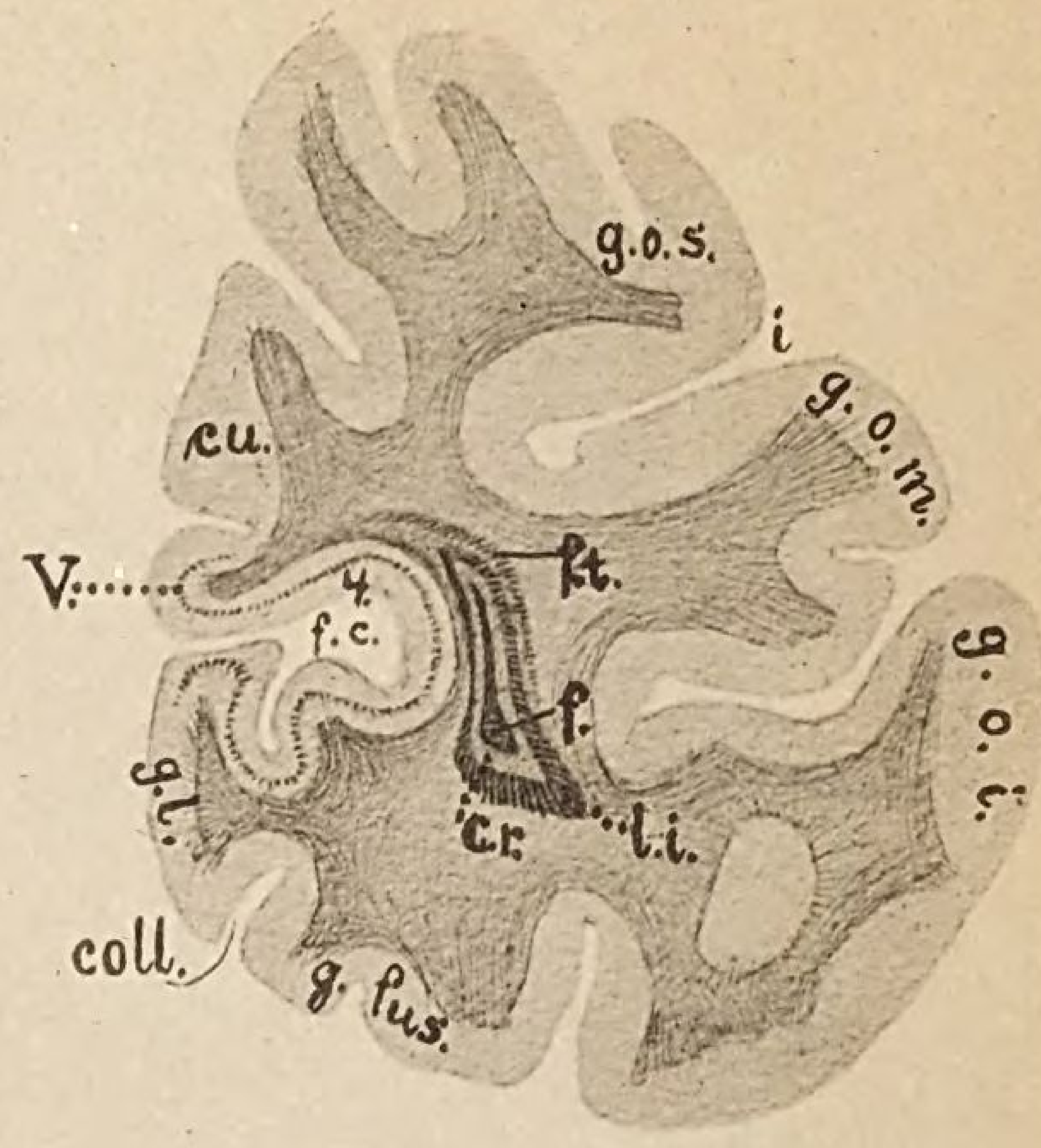



Fig. 45.

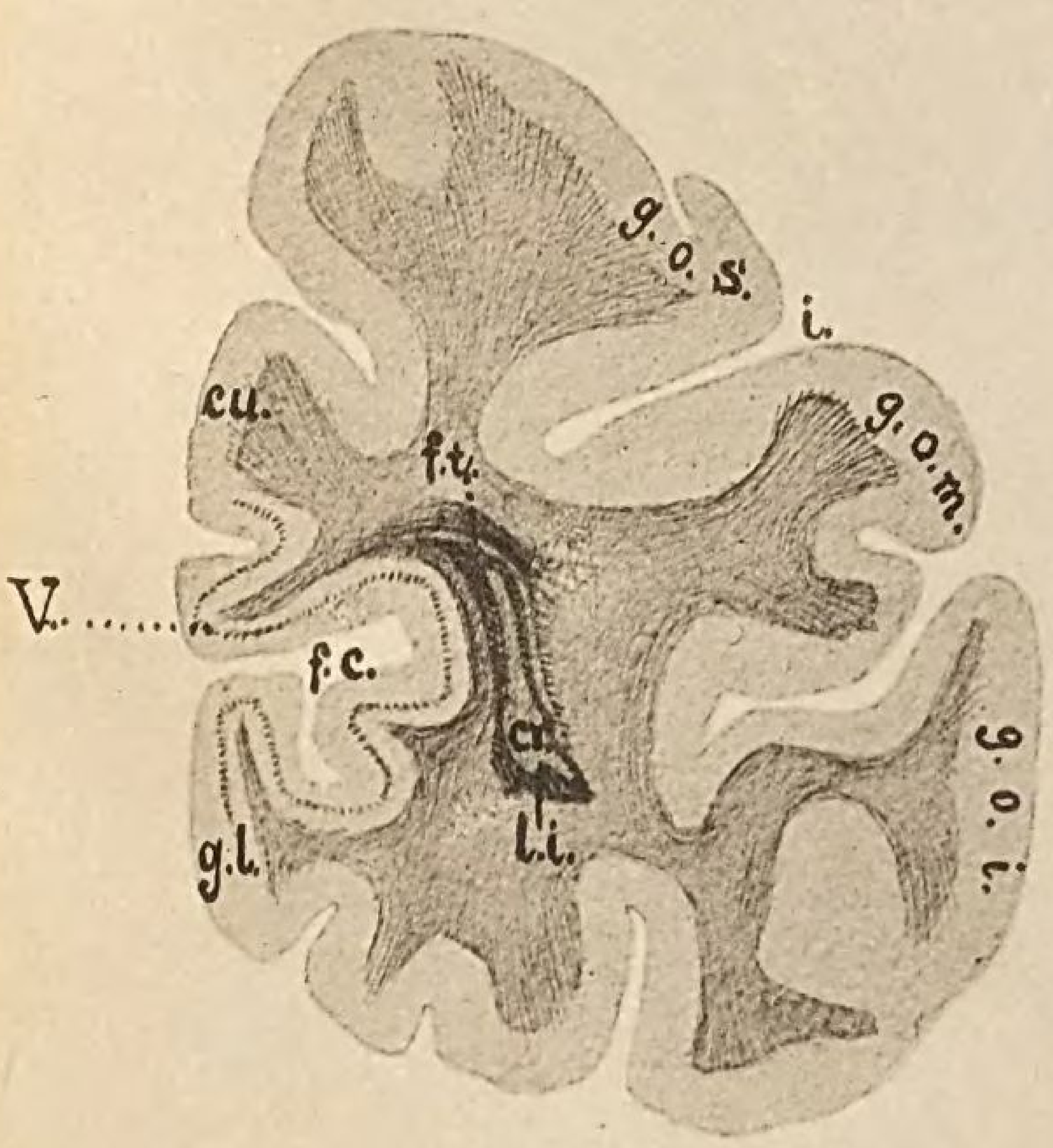



Fig. 44.

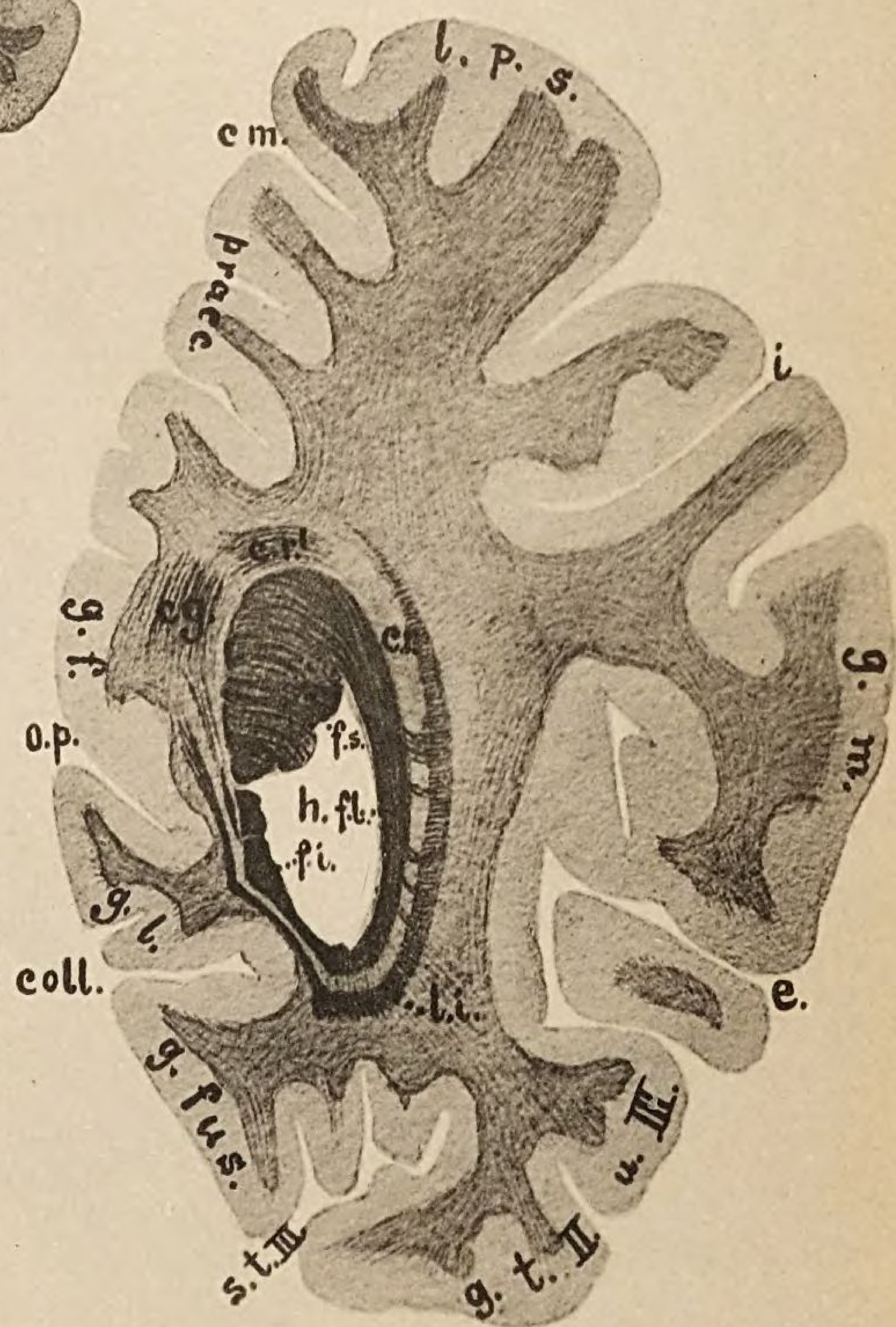



Fig. 47.

Lichtdruck von A. Fabian & Comp.

# Tafel II.

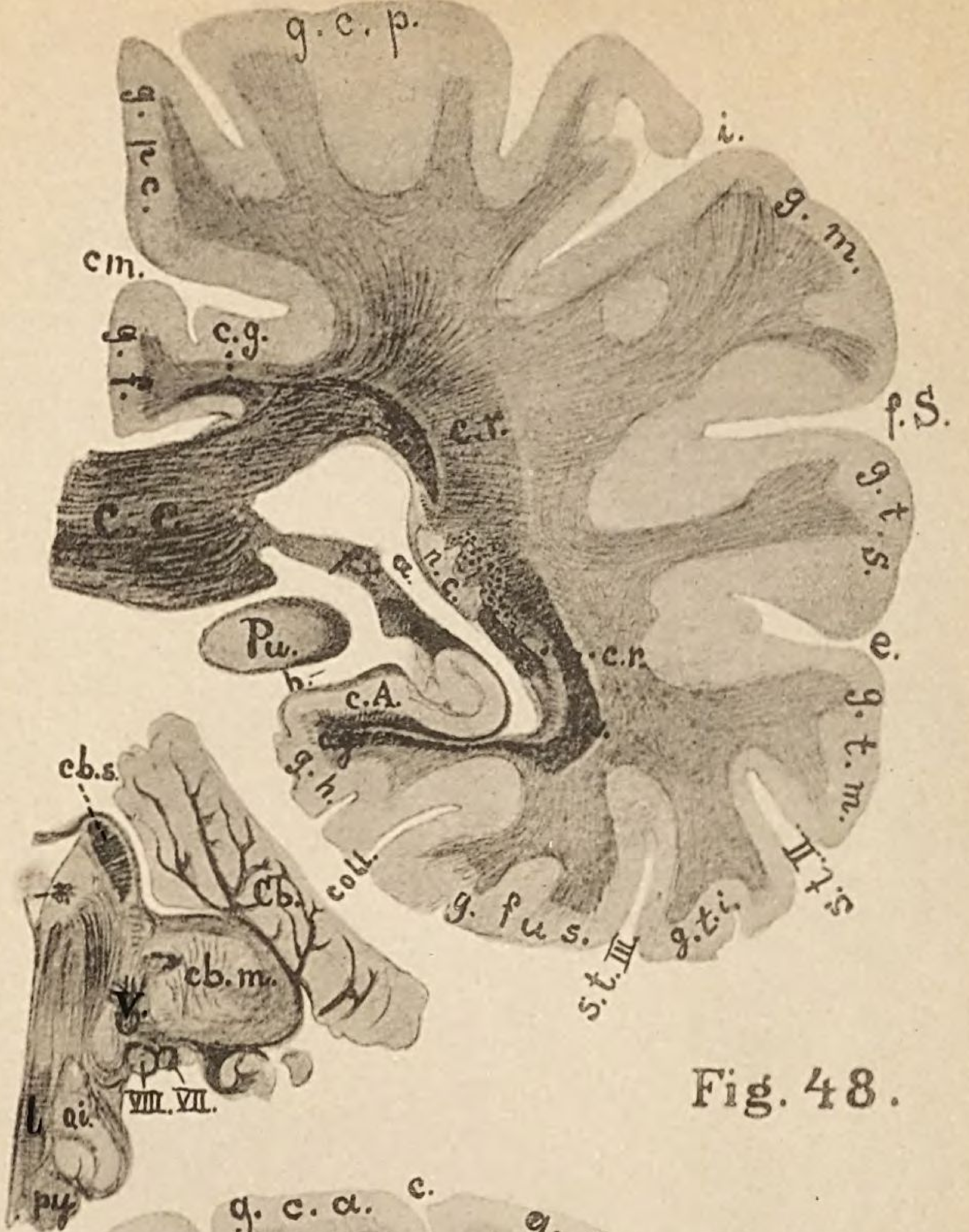



Fig. 48.




Fig. 49.

Lichtdruck von A. Fabian & Comp., Breslau.

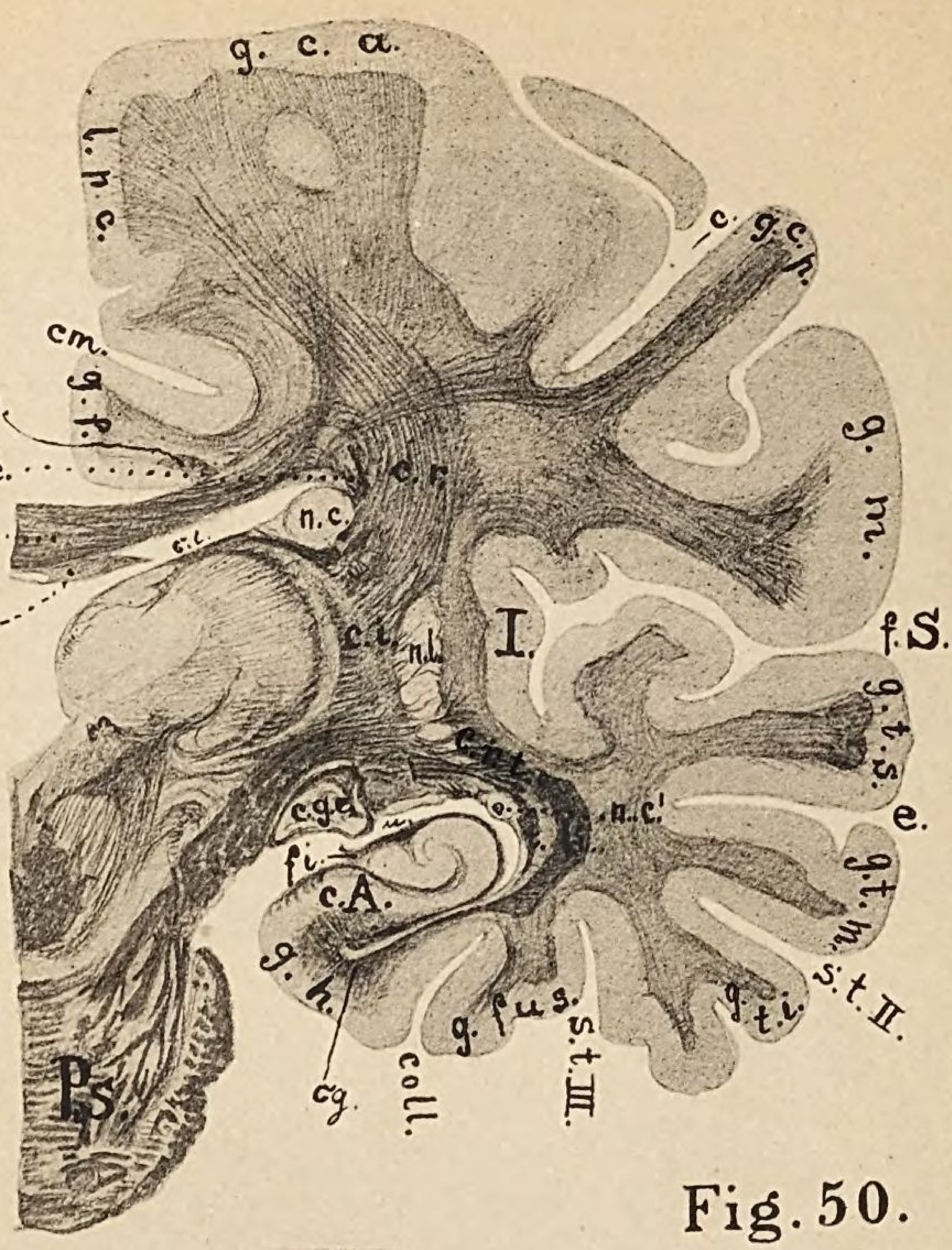



Fig. 50.

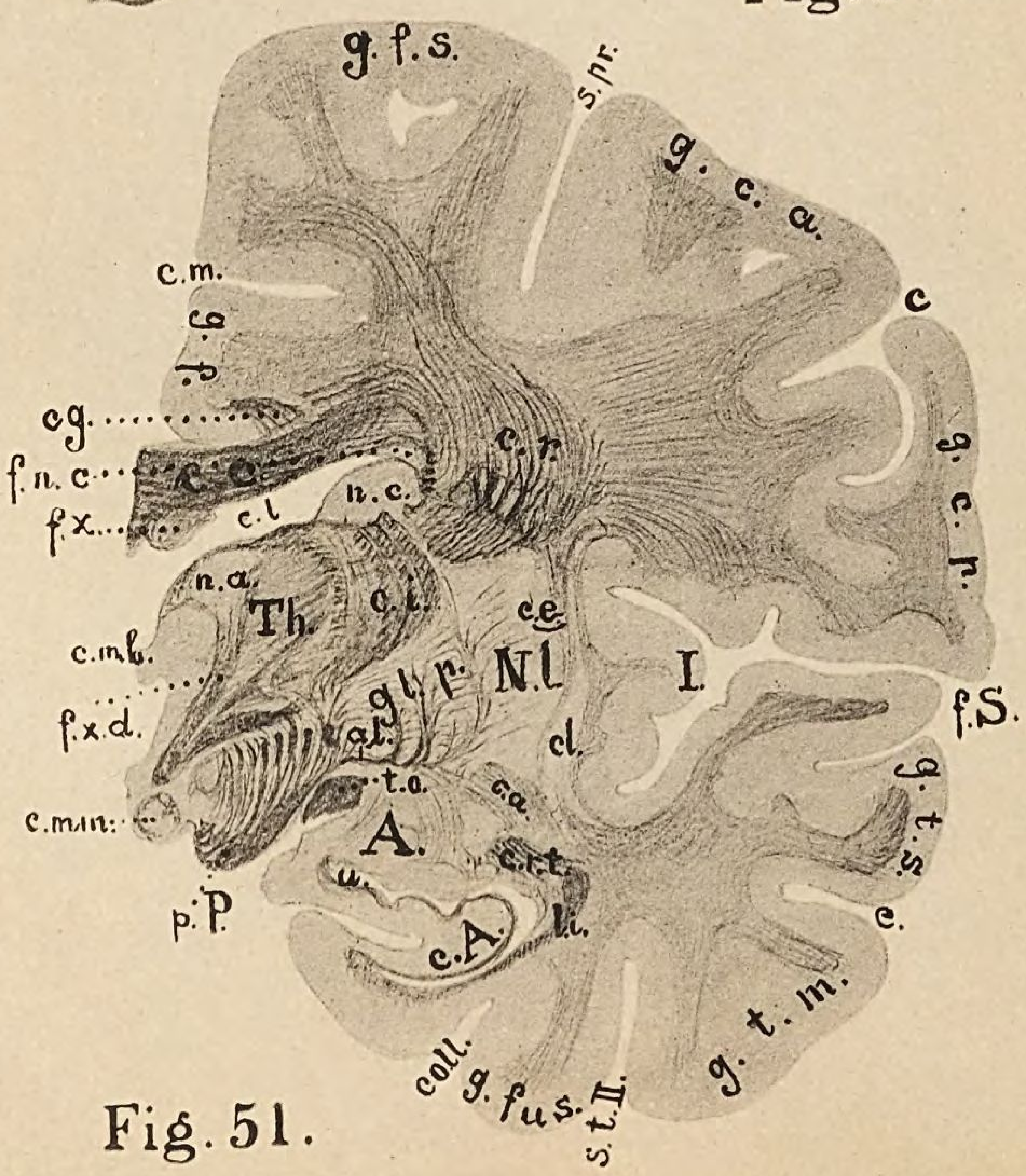



Fig. 51.

Lichtdruck von A. Fabian & Comp., Breslau.

# Tafel IV.




Fig. 52.




Fig. 53.

Lichtdruck von A. Fabian & Comp., Breslau.

Tafel V.




Fig. 54.

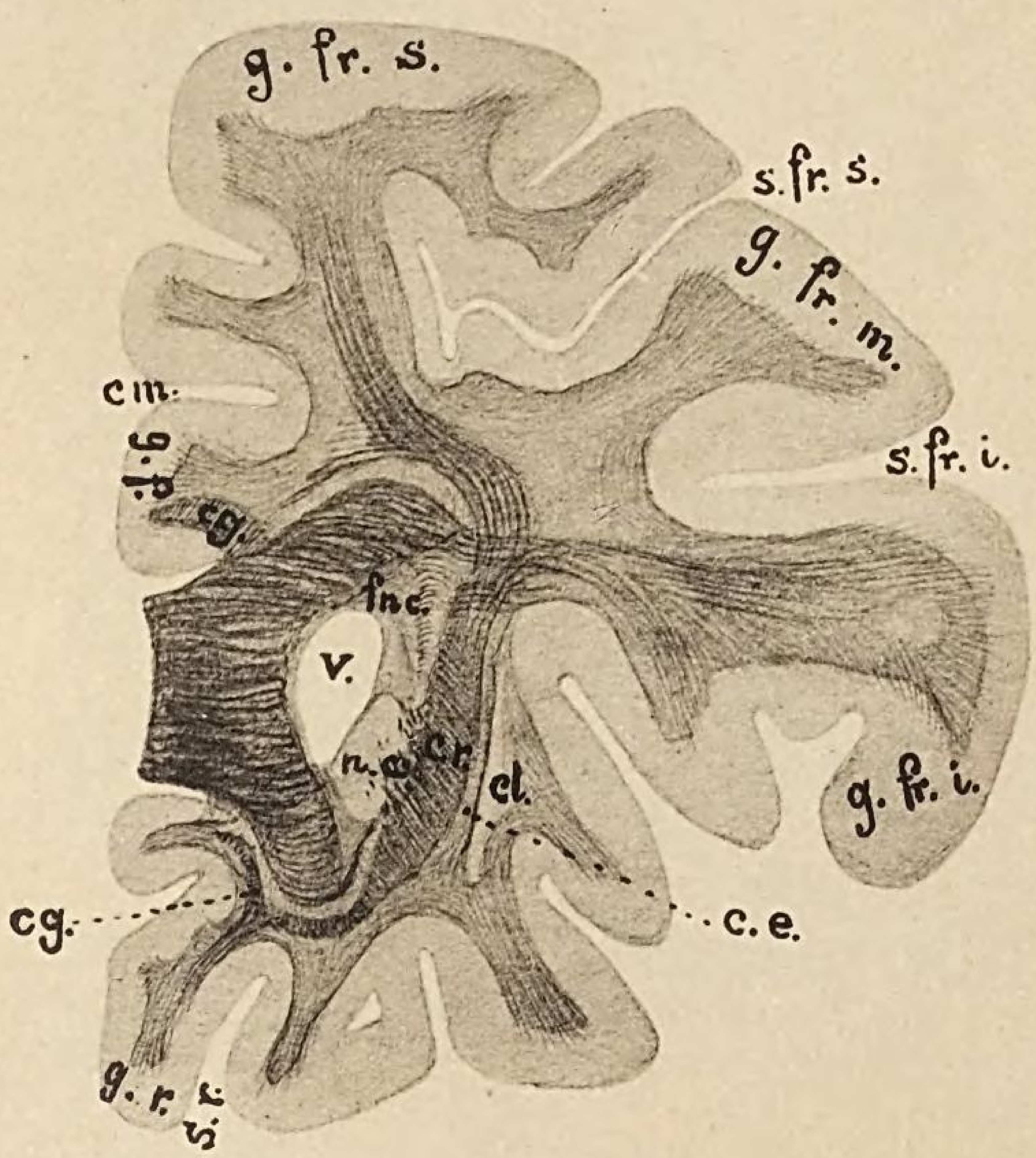



Fig. 55.

Lichtdruck von A. Fabian & Comp.

# Tafel VI.

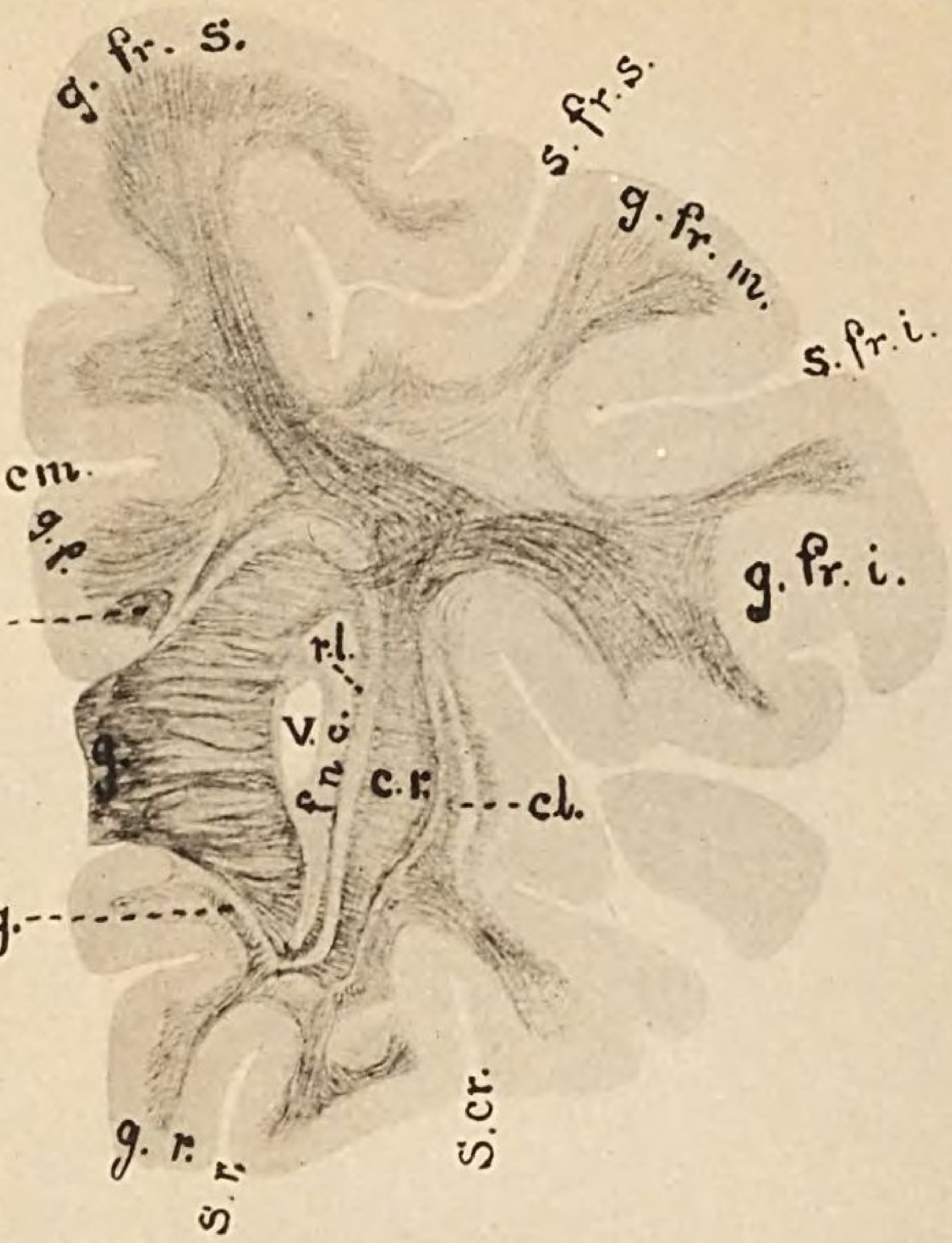



Fig. 56.

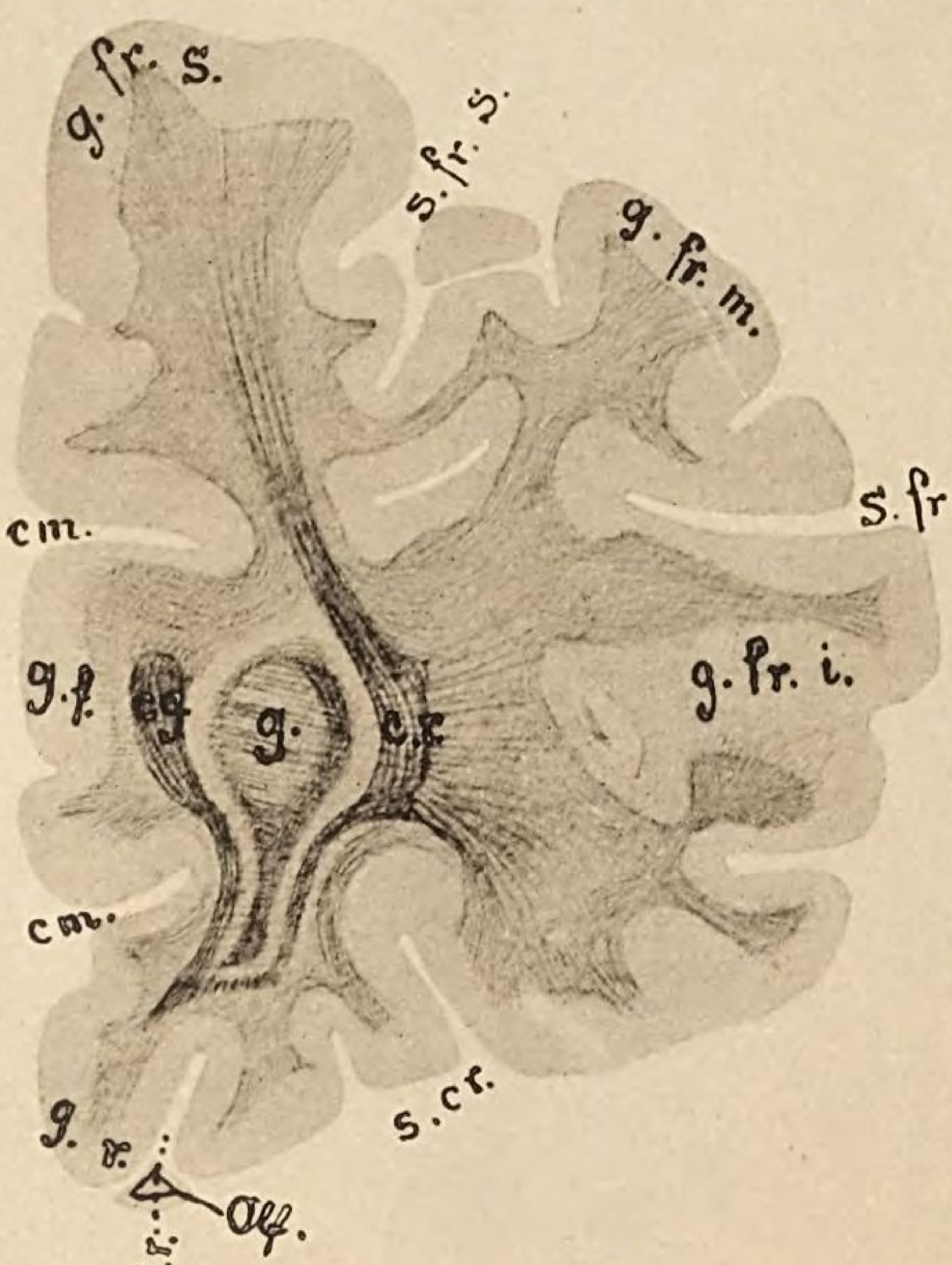



Fig. 57.

Lichtdruck von A. Fabian & Comp., Breslau.

# Tafel VII.

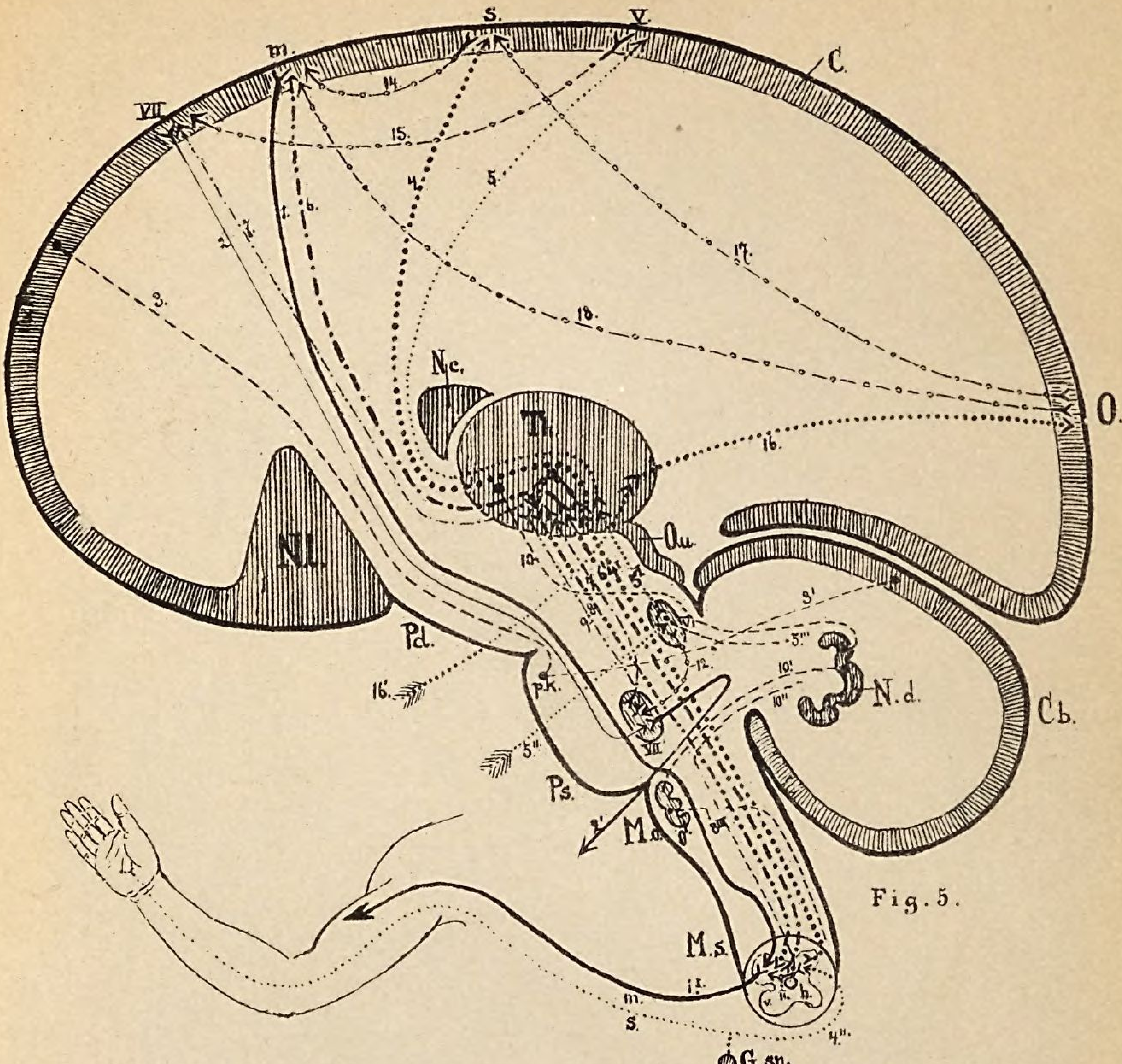



Fig. 5.

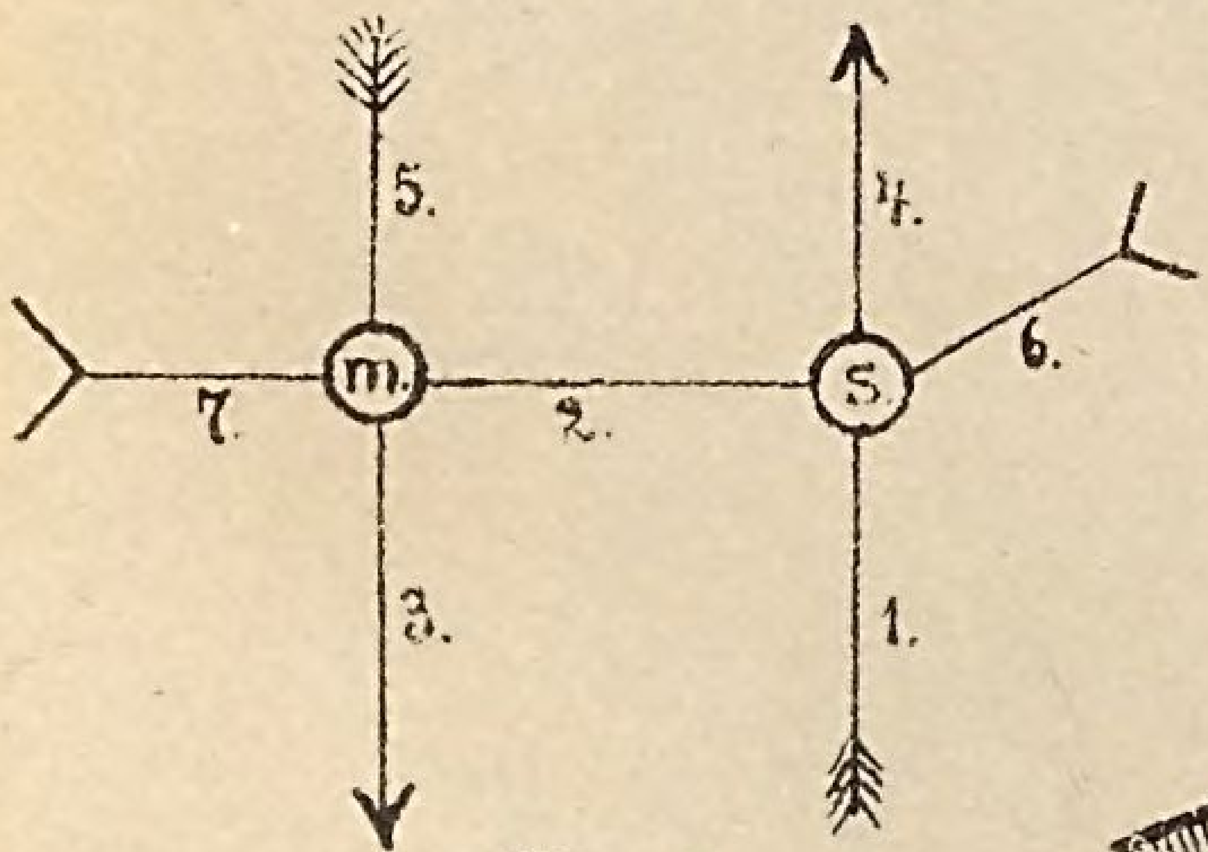



Fig. 1.

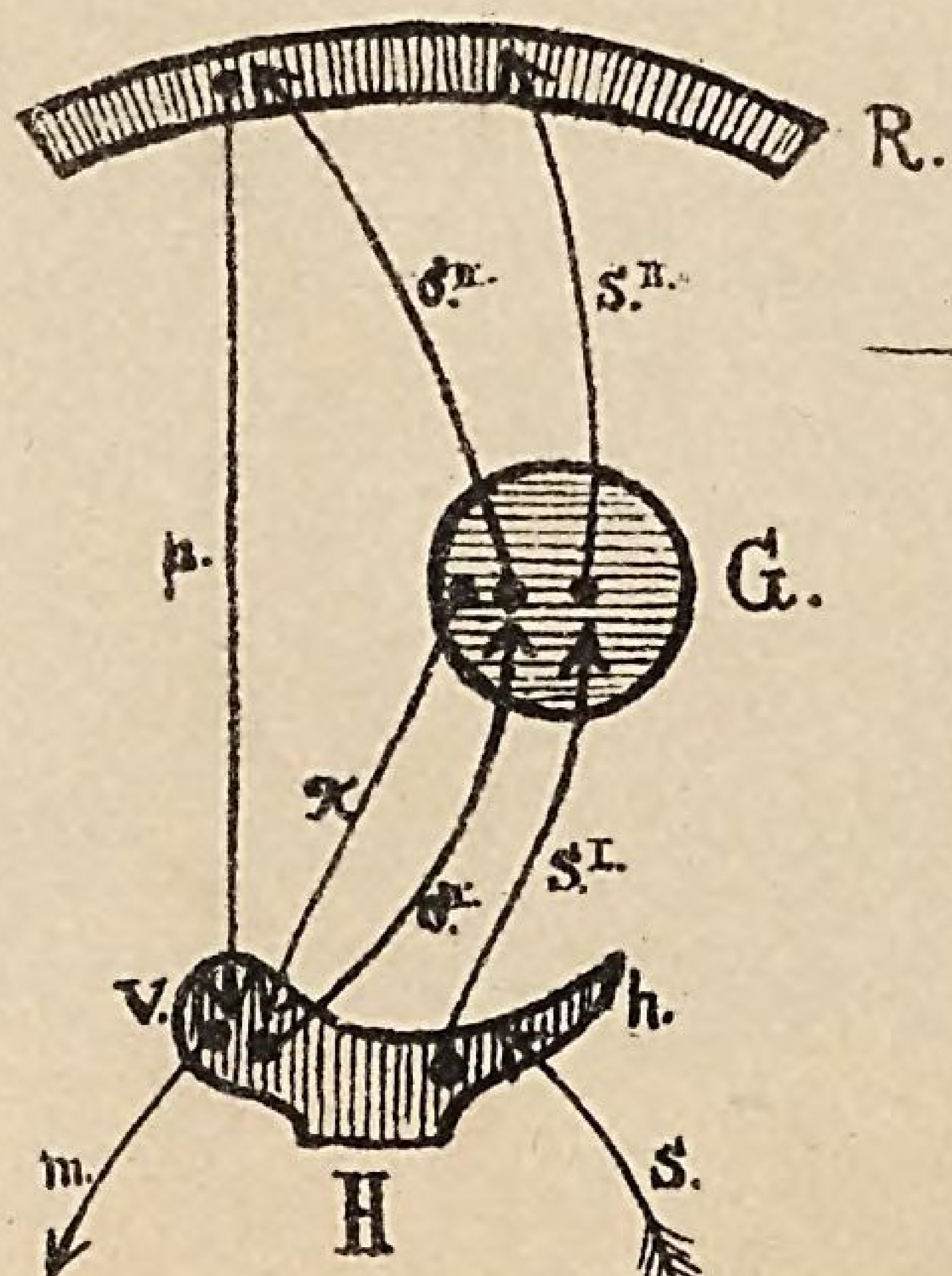



Fig. 3.

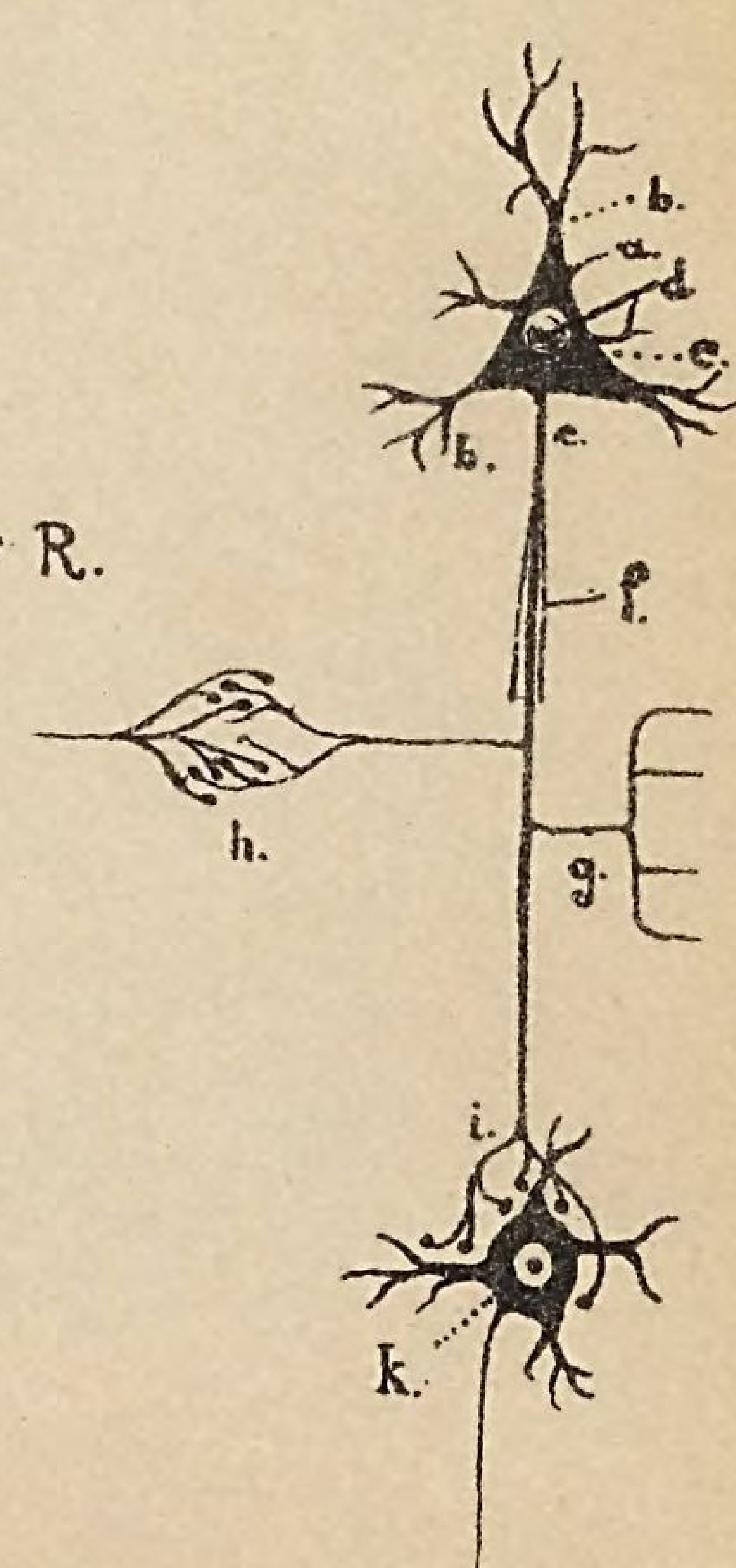



Fig. 2.

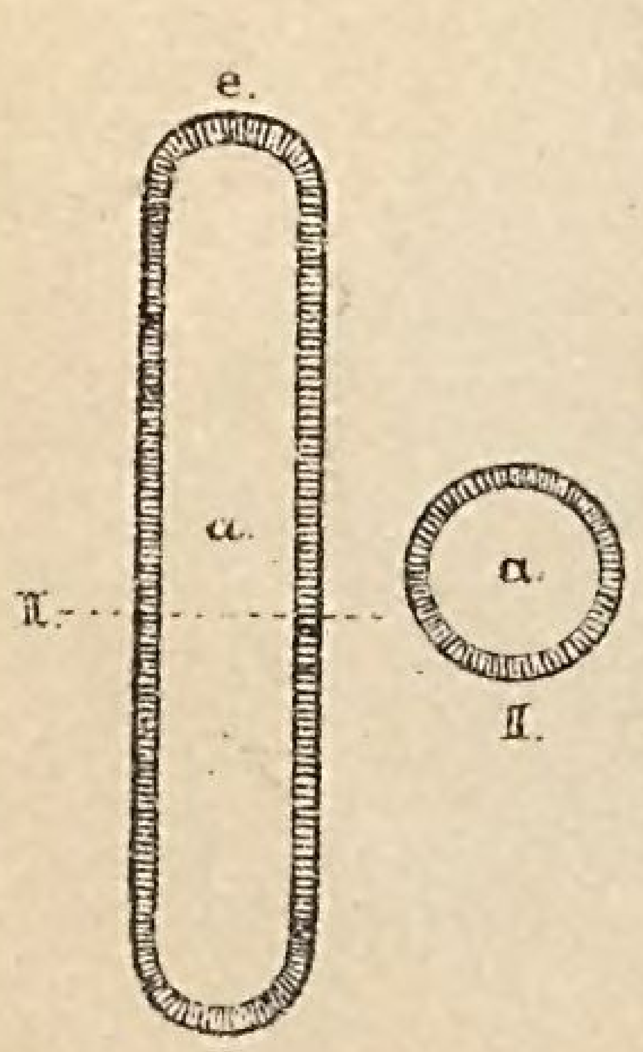



Fig. 6.

# Tafel VIII.

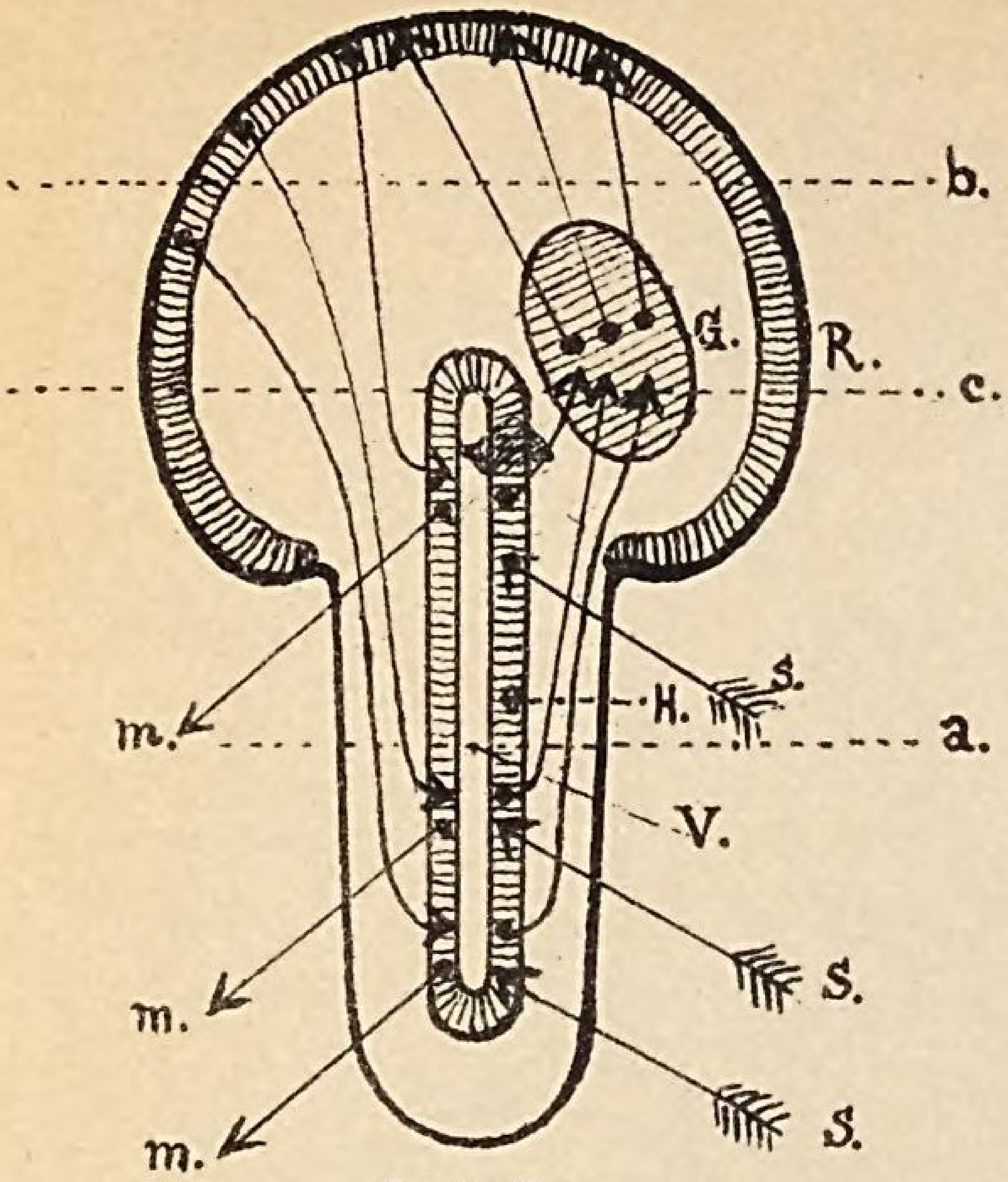



Fig. 4.

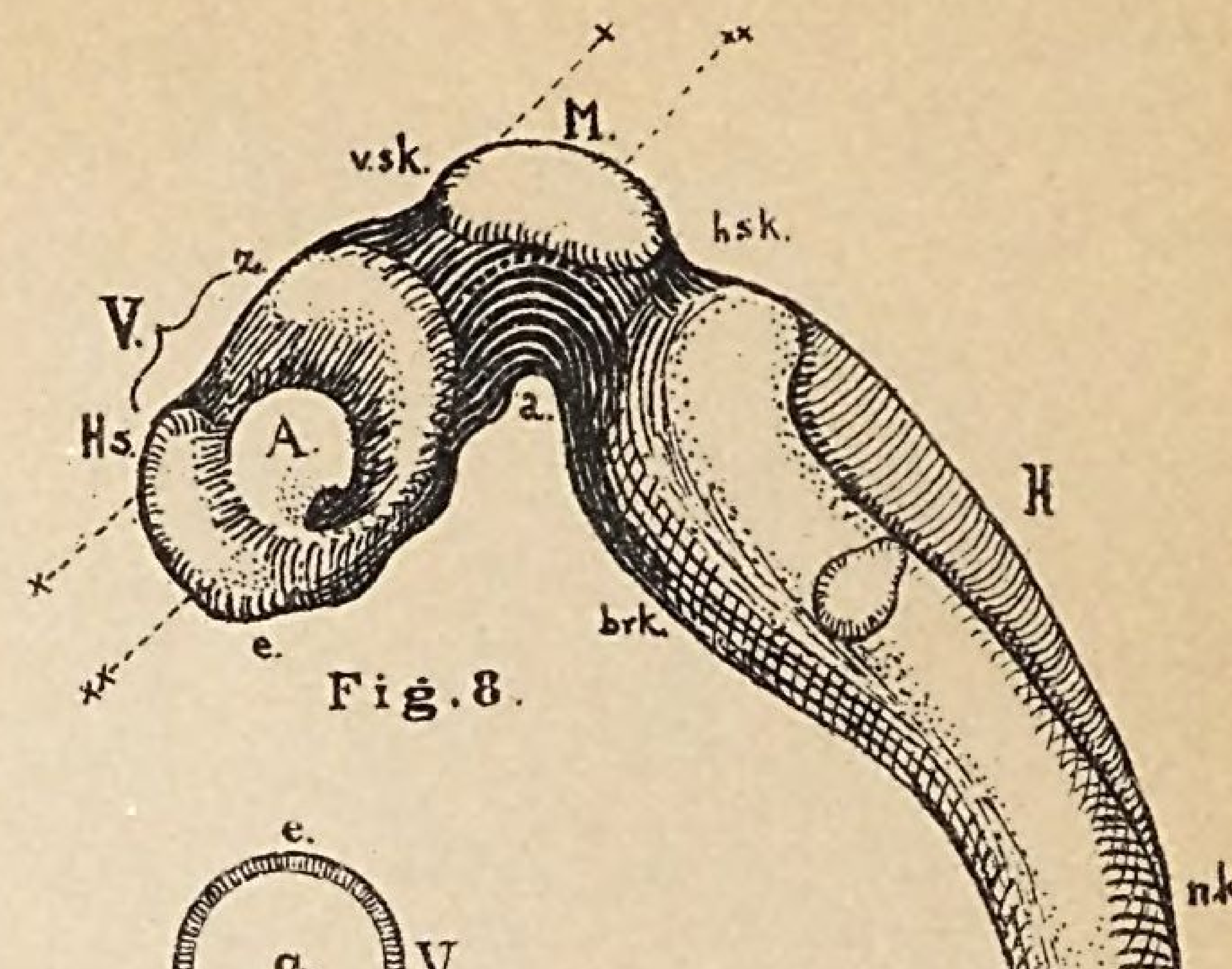



Fig. 8.

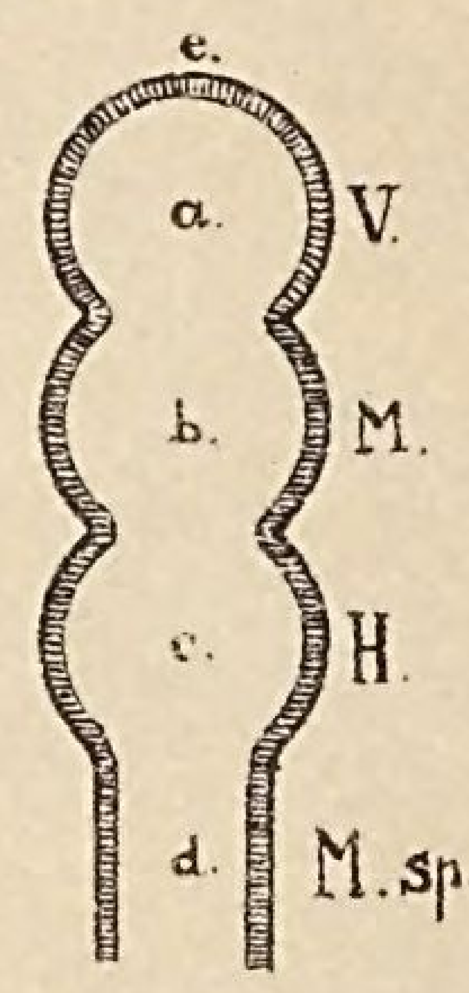



Fig. 7.

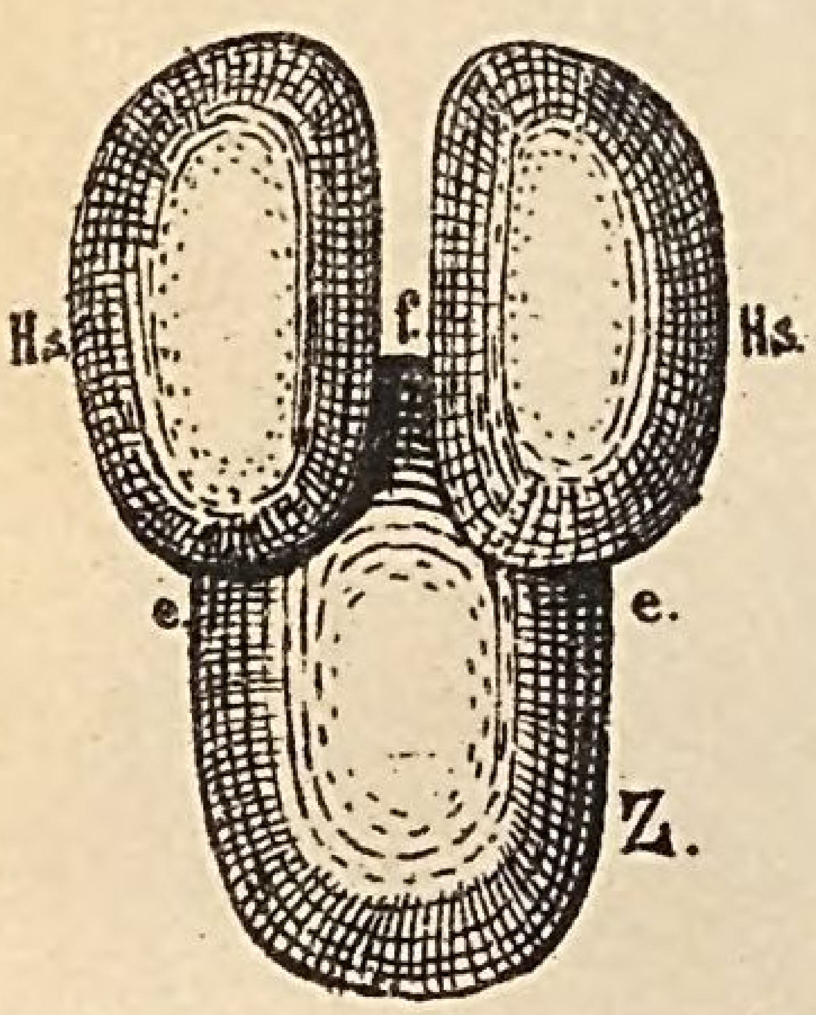



Fig. 12.

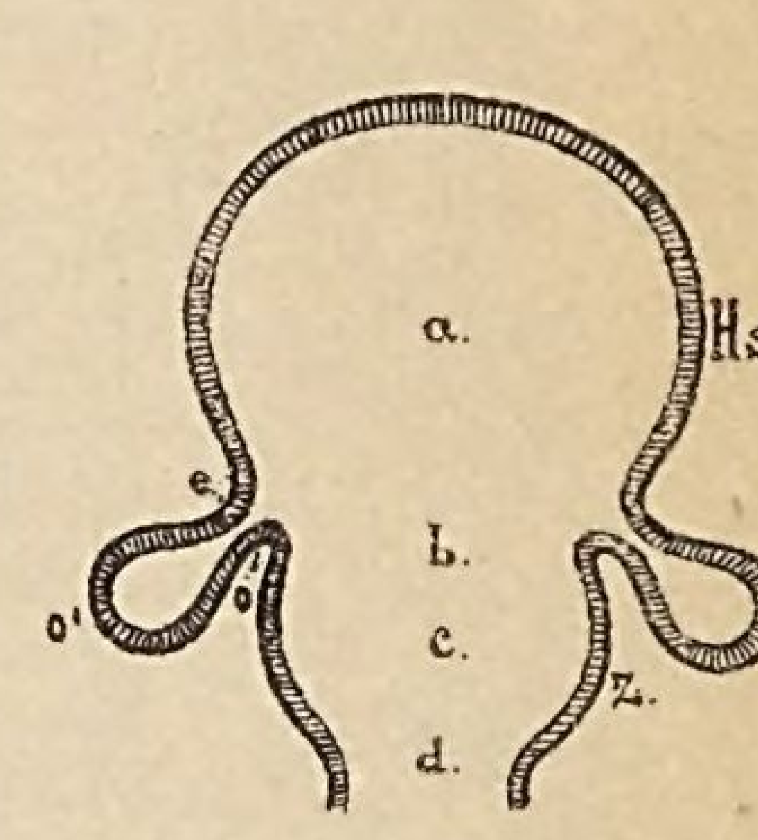



Fig. 10.

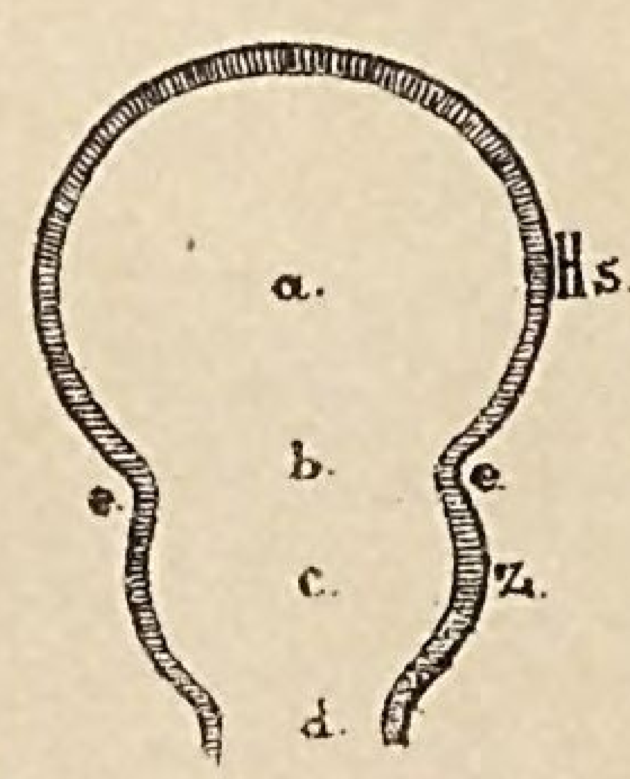



Fig. 9.

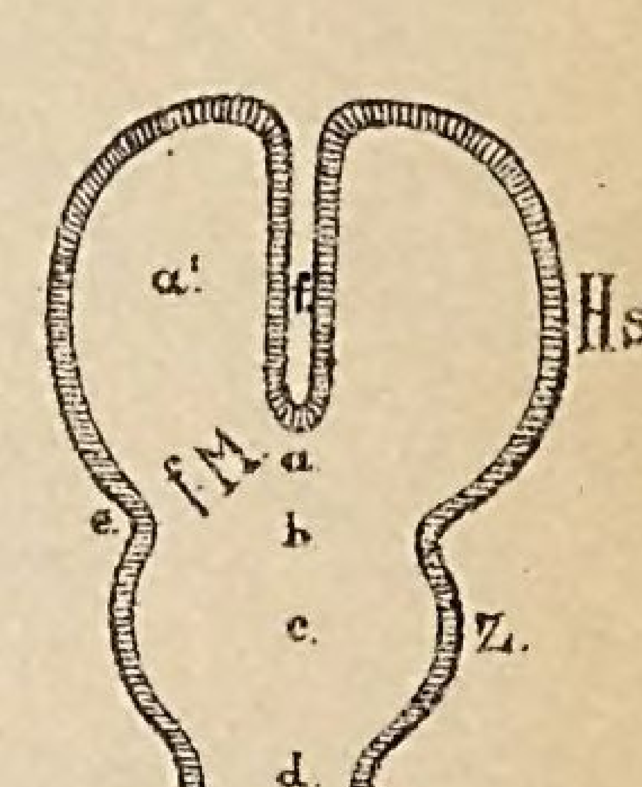



Fig. 11.

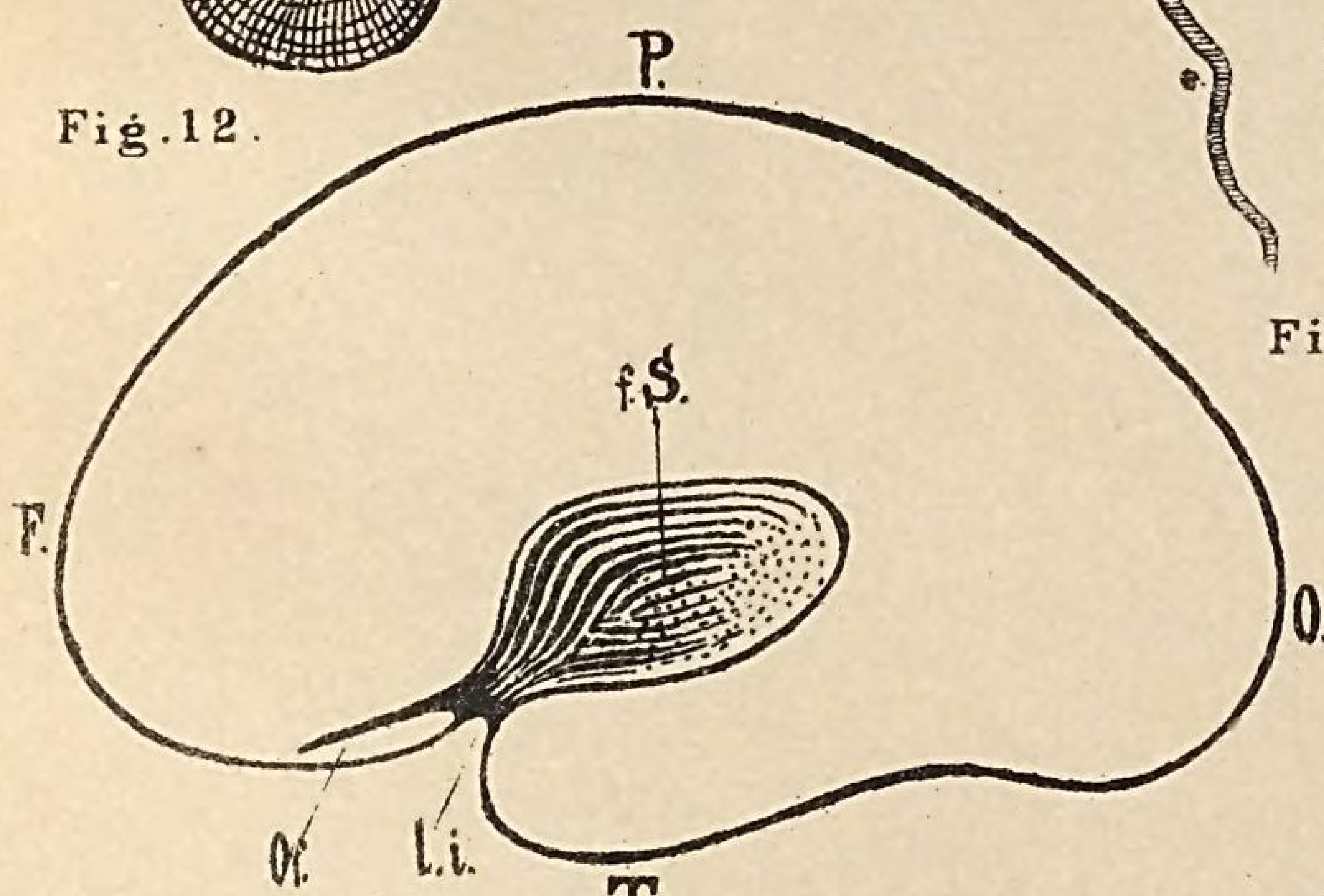



Fig. 14.

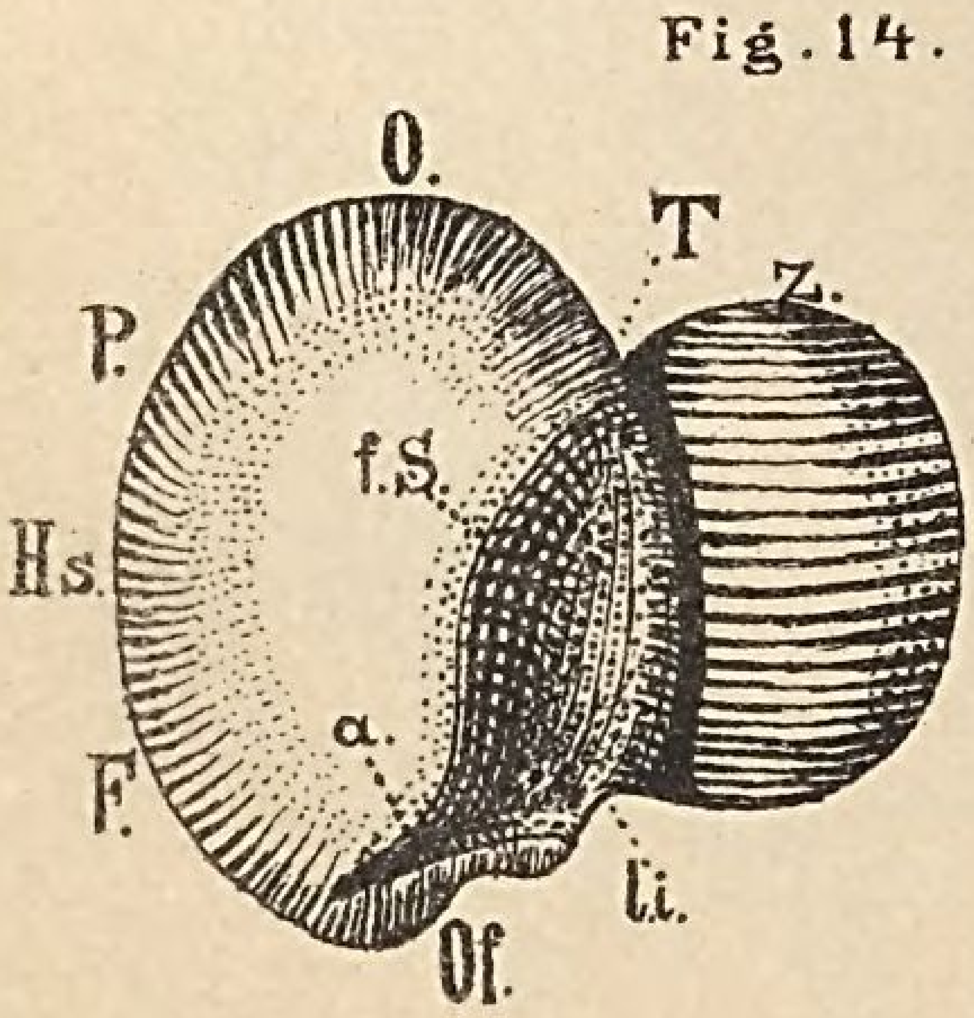



Fig. 13.

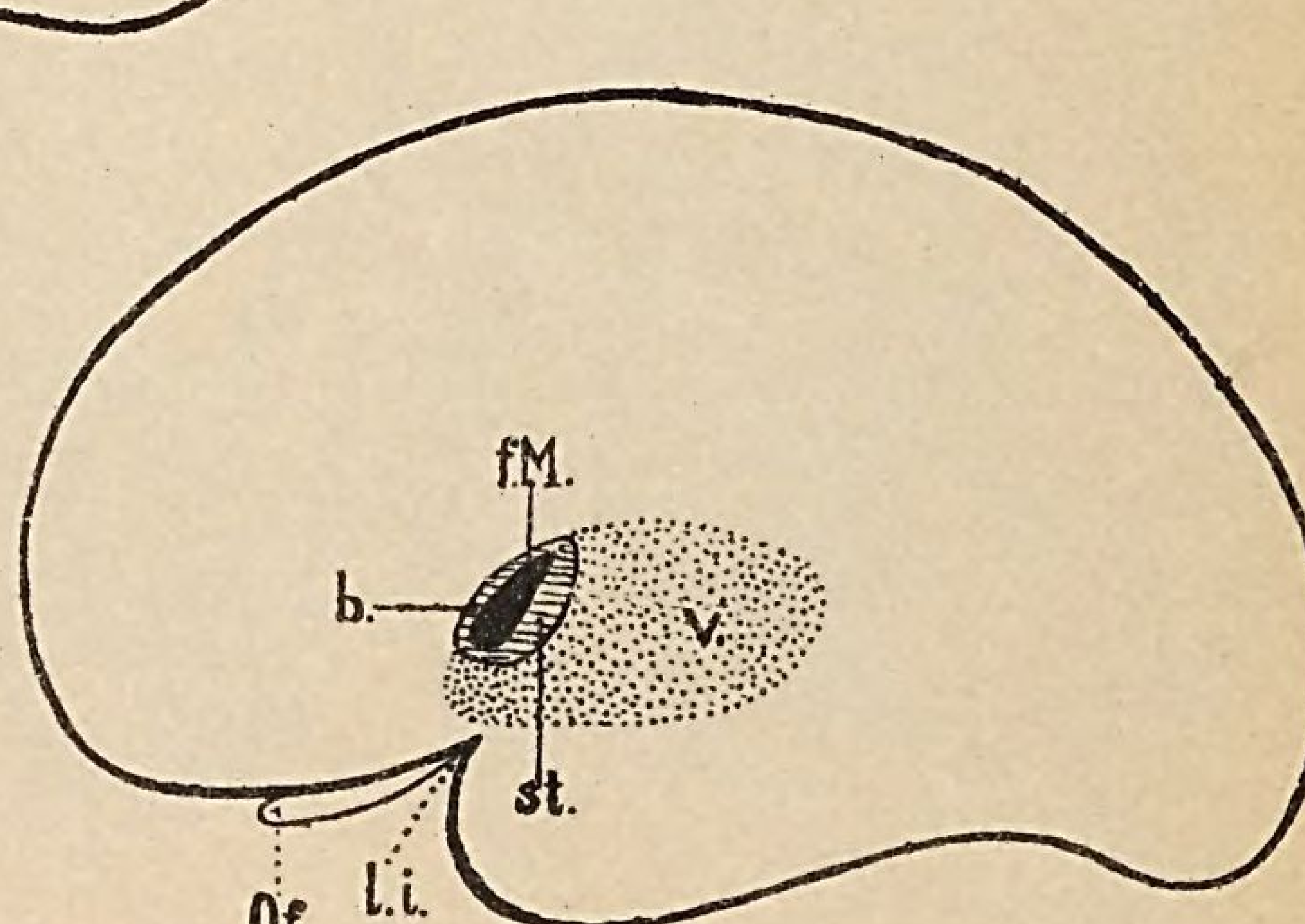



Fig. 15.

Tafel IX.

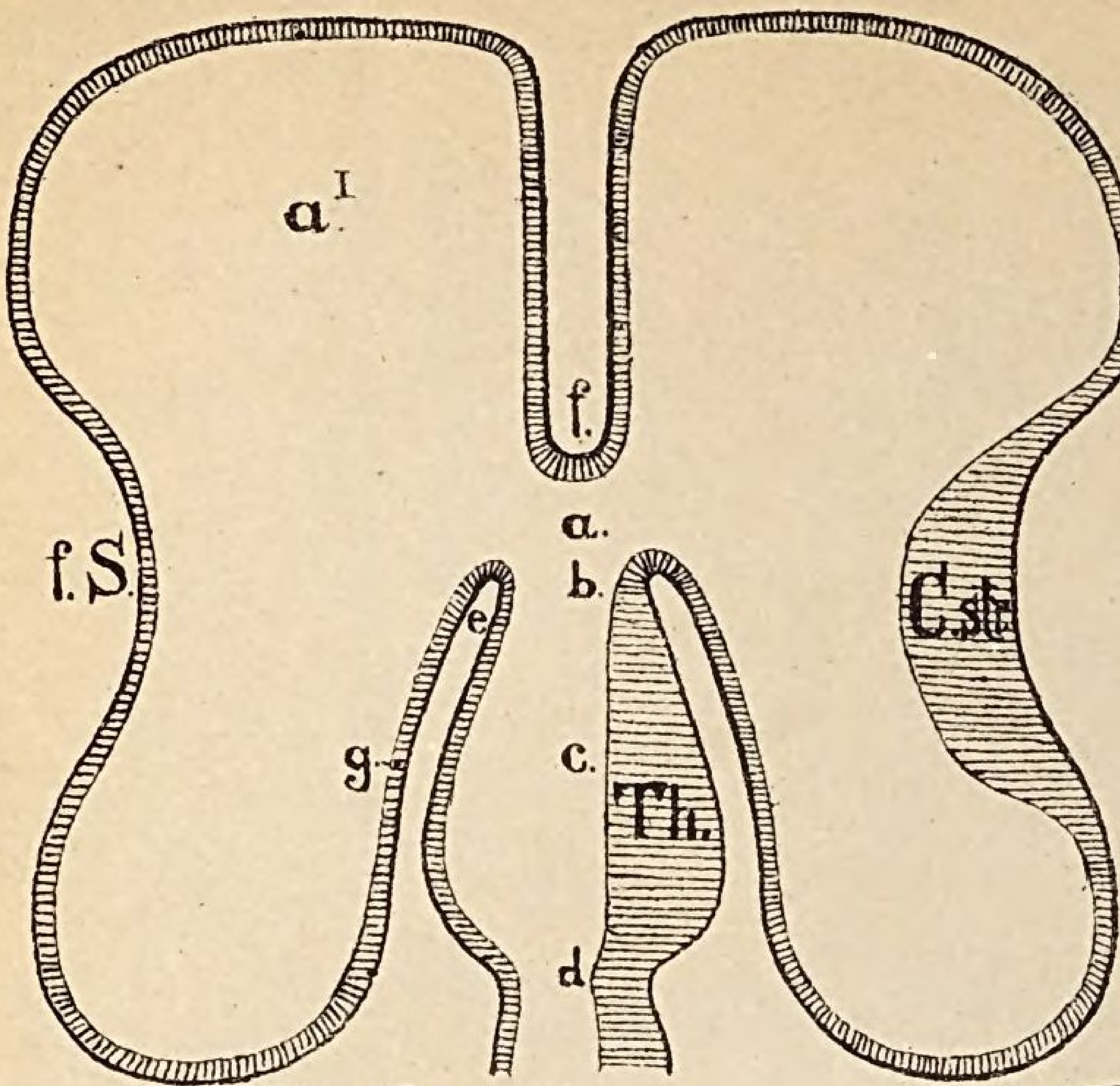



Fig. 16.

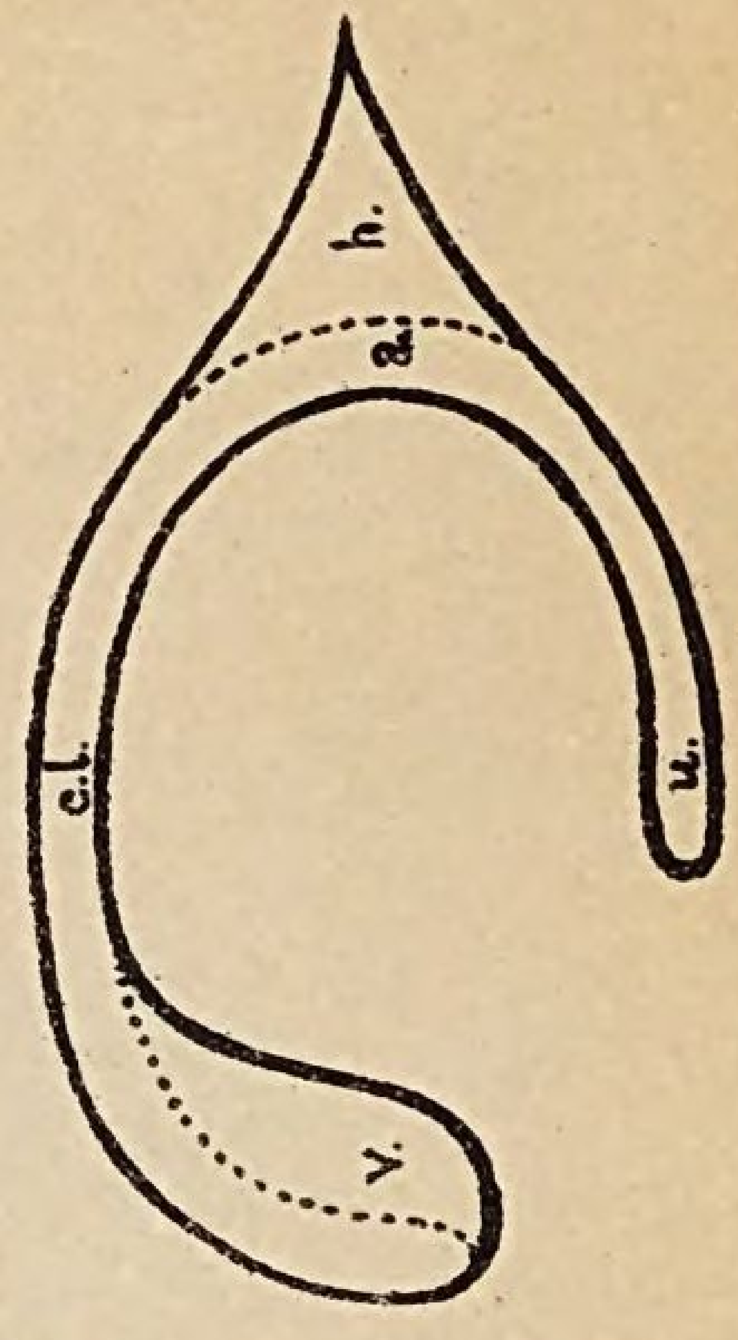



Fig. 26.

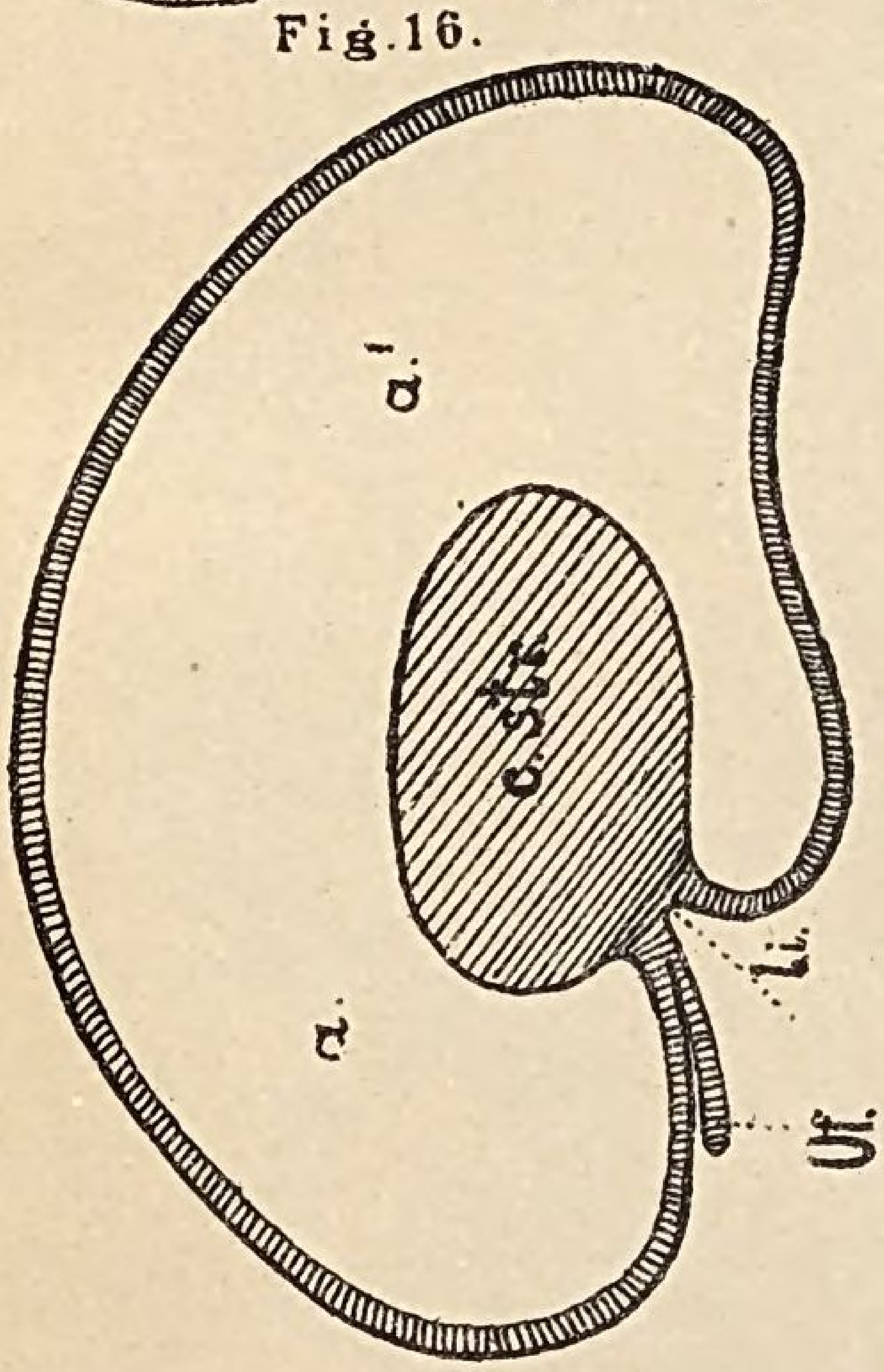



Fig. 21.

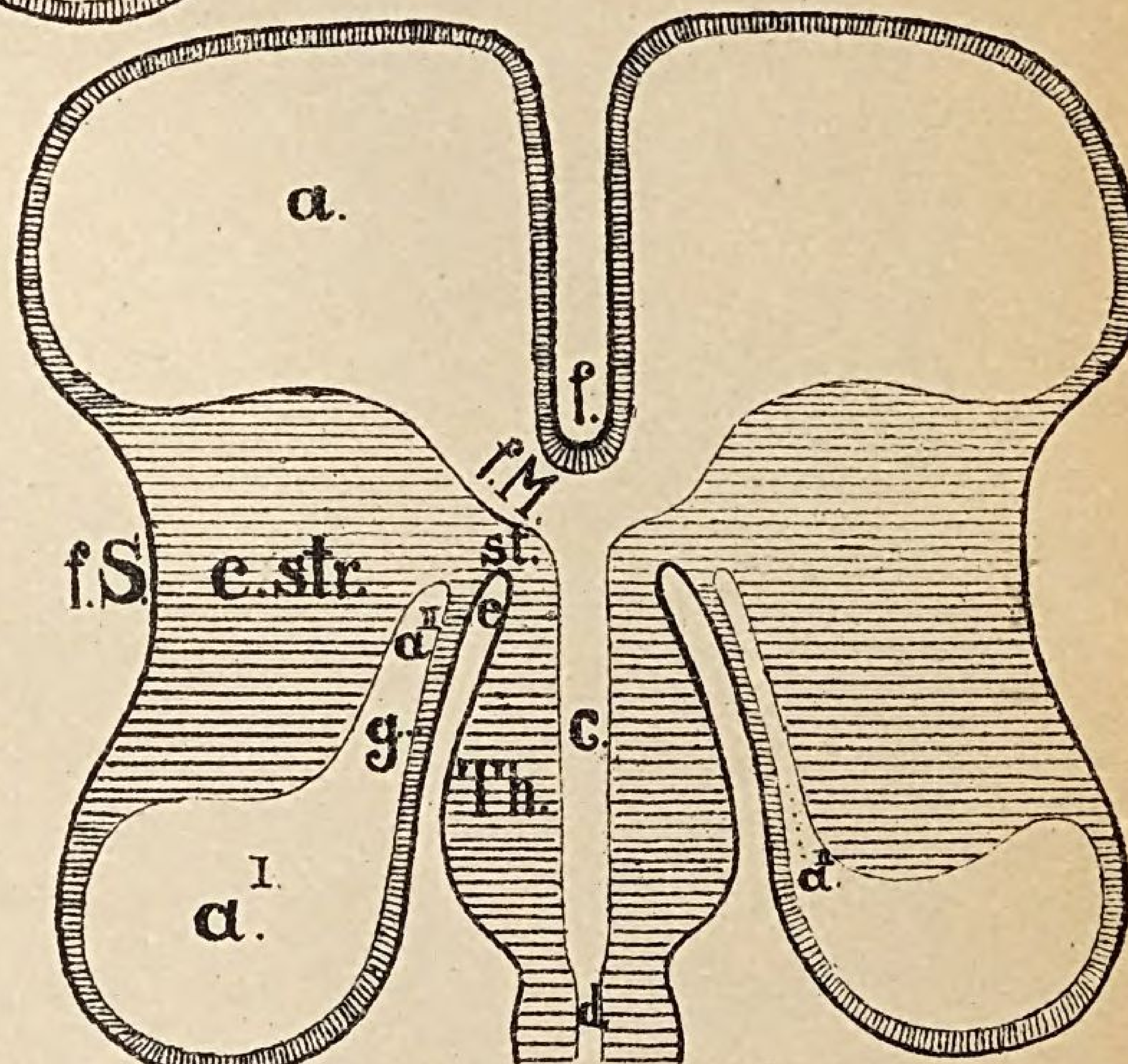



Fig. 17.

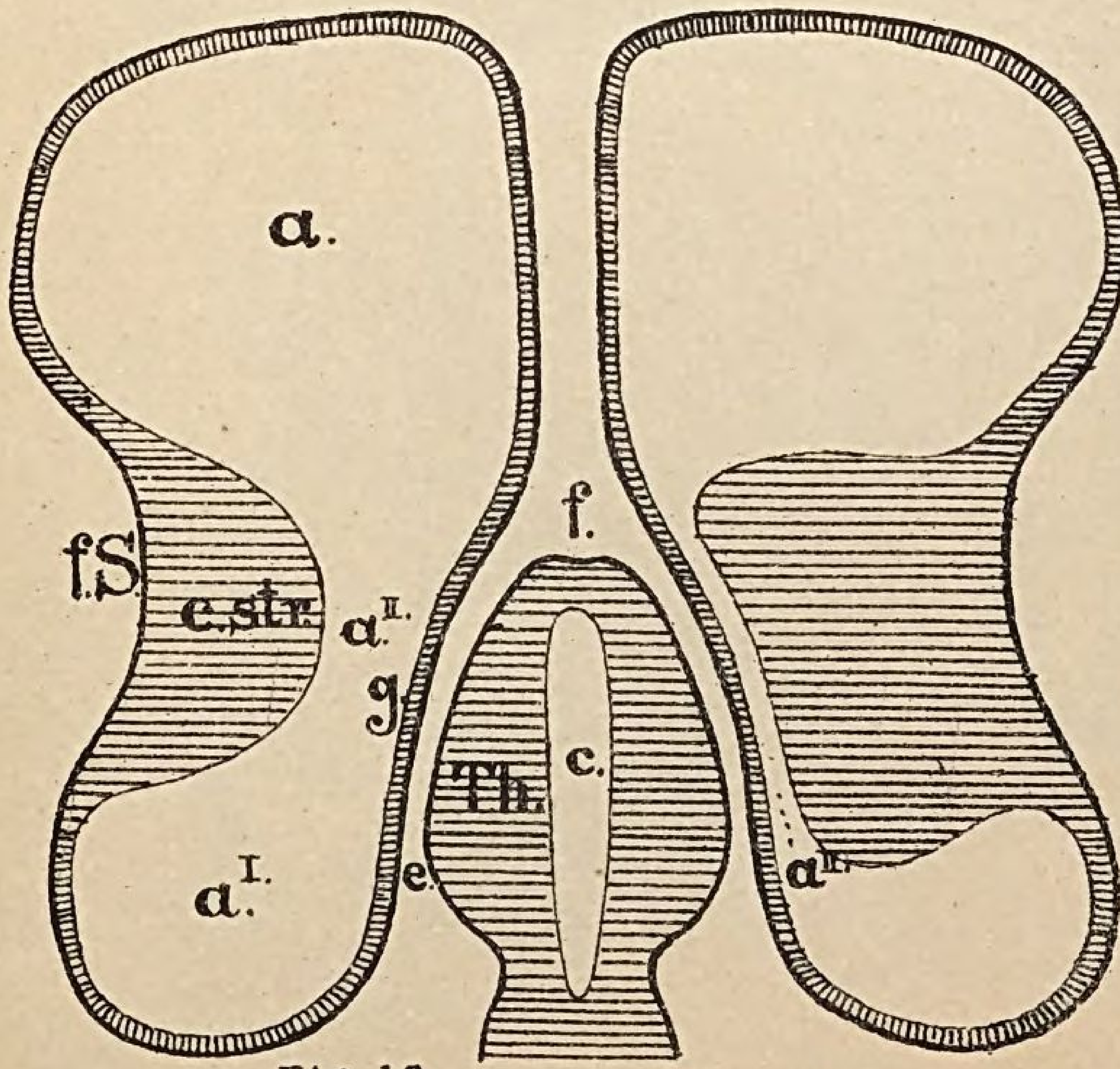



Fig. 18.

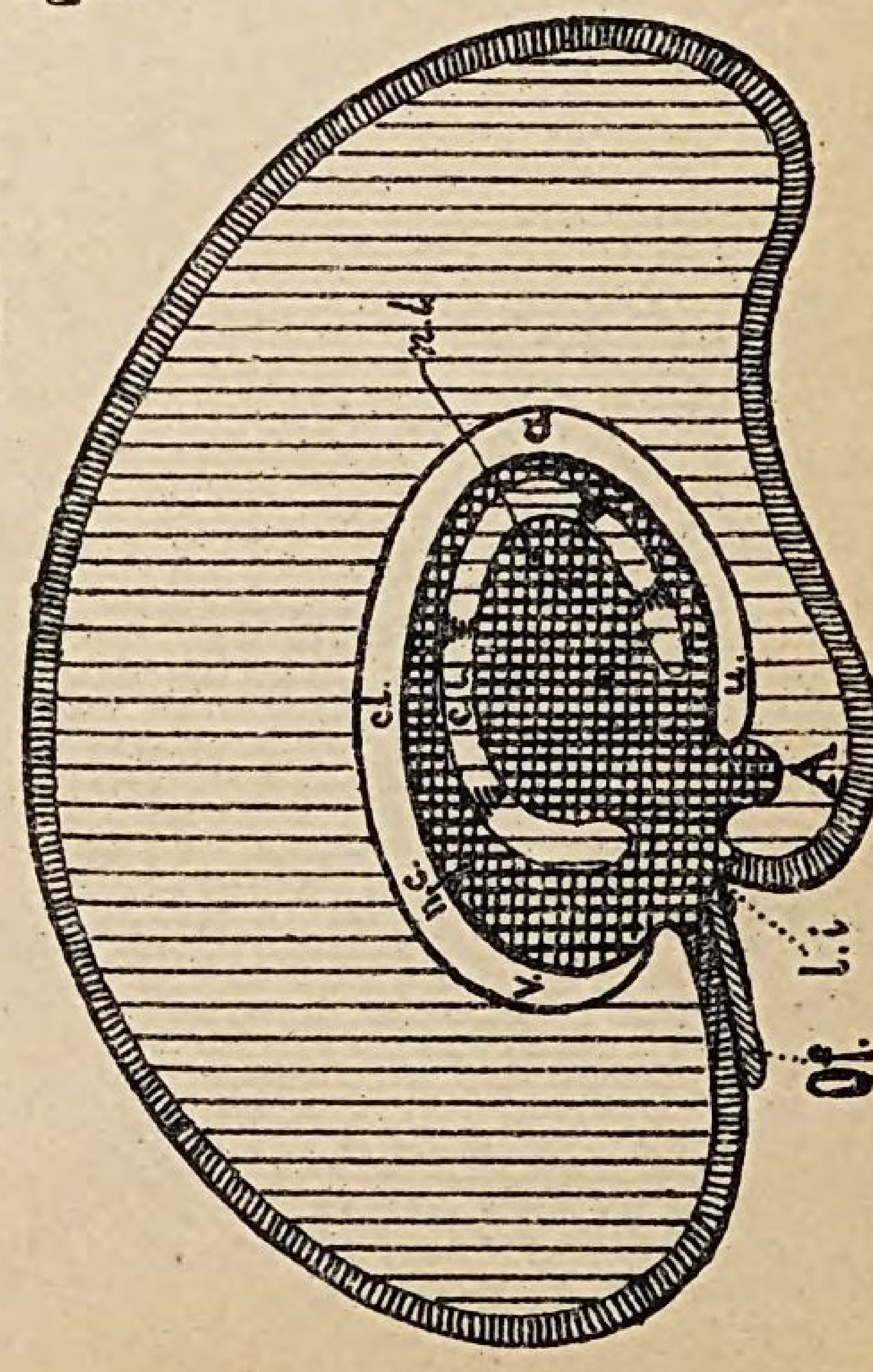



Fig. 27.

Photolithographie von A. Fabian & Comp. Breslau

# Tafel X.

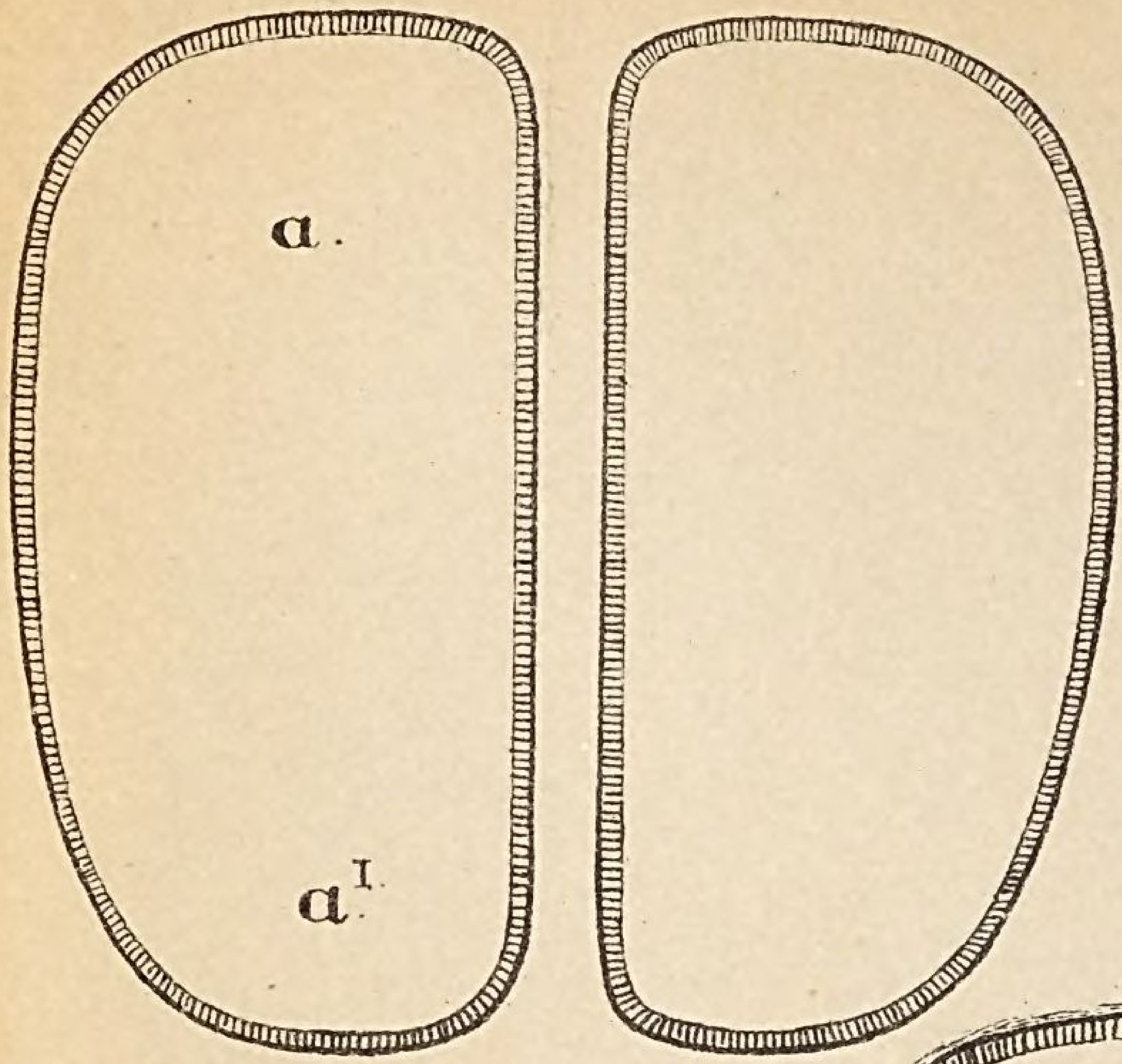



Fig. 19.

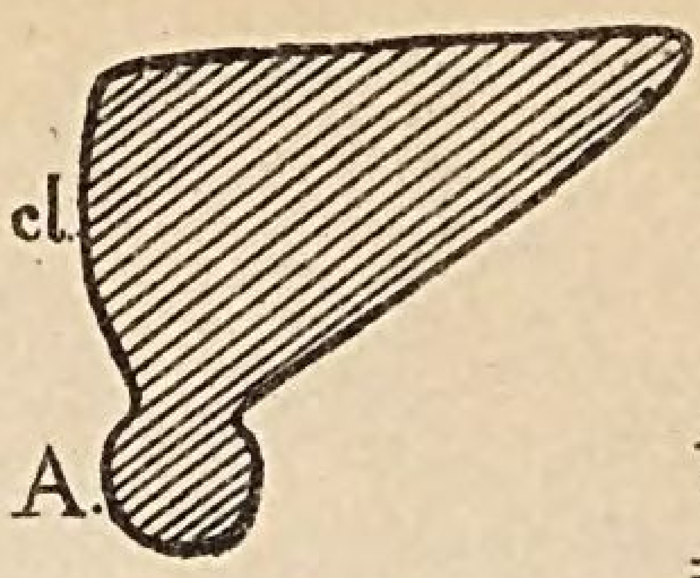



Fig. 31.

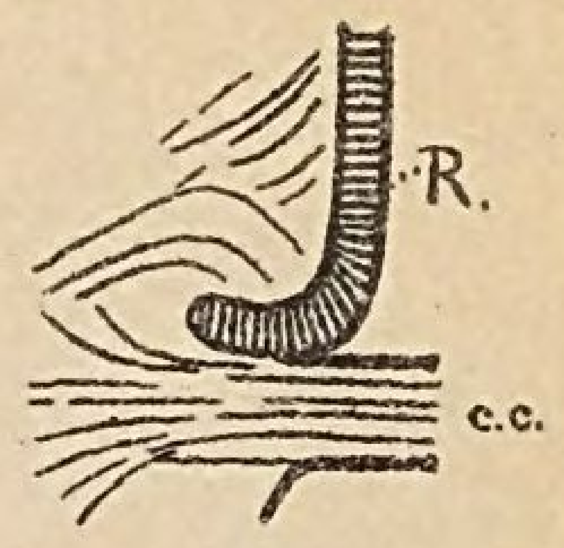



Fig. 29.

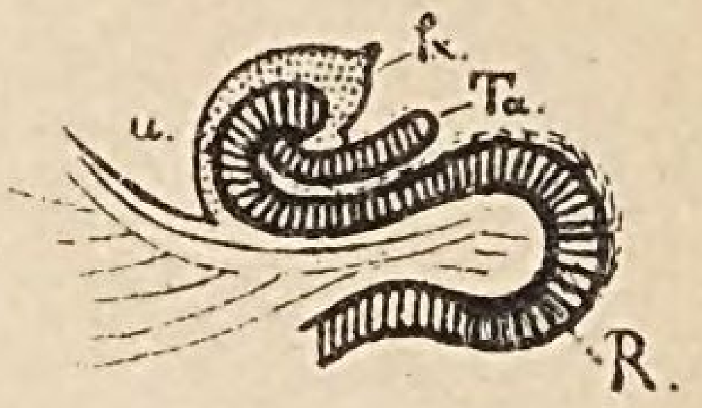



Fig. 30.

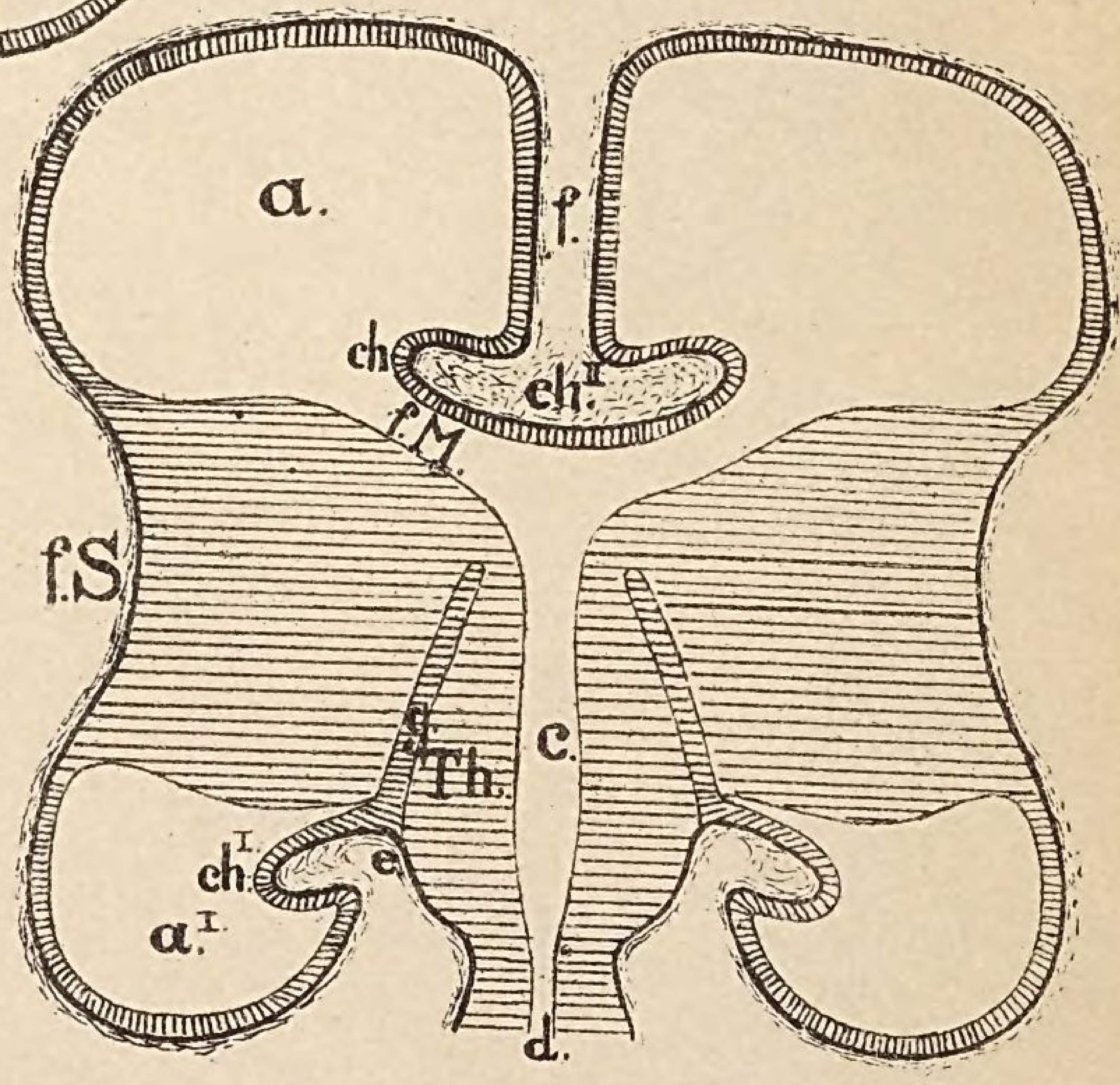



Fig. 20.

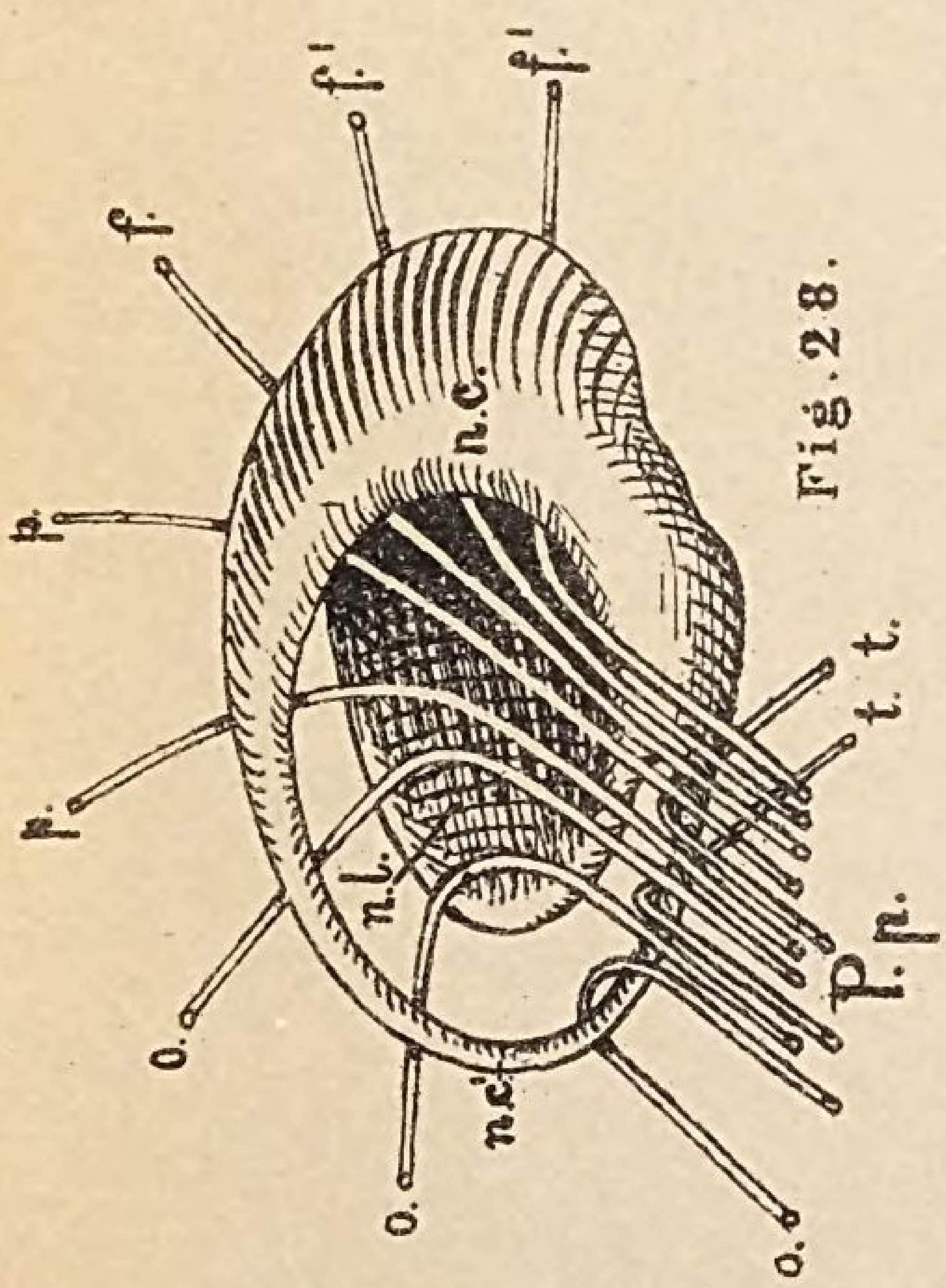



Fig. 28.

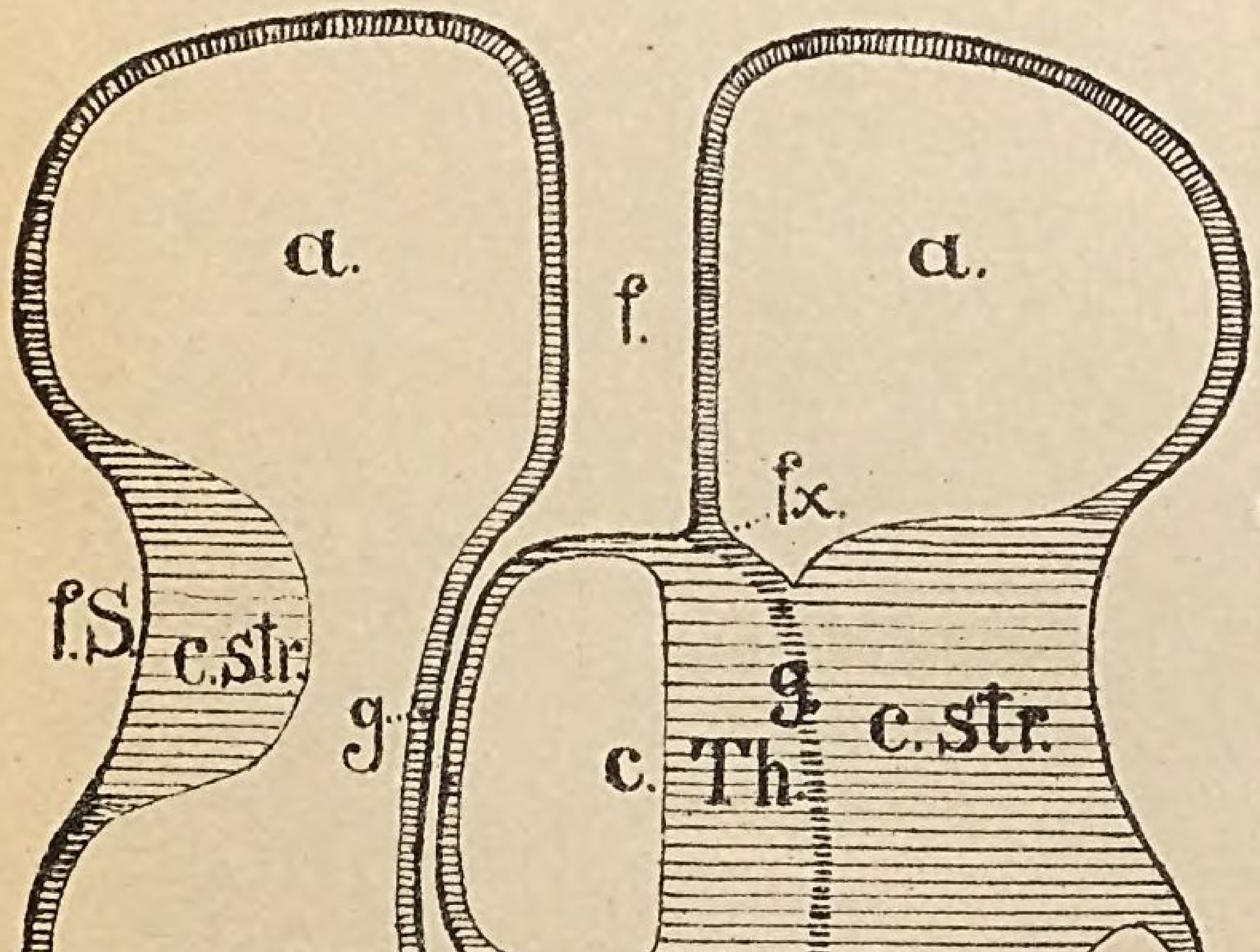



Fig. 22.

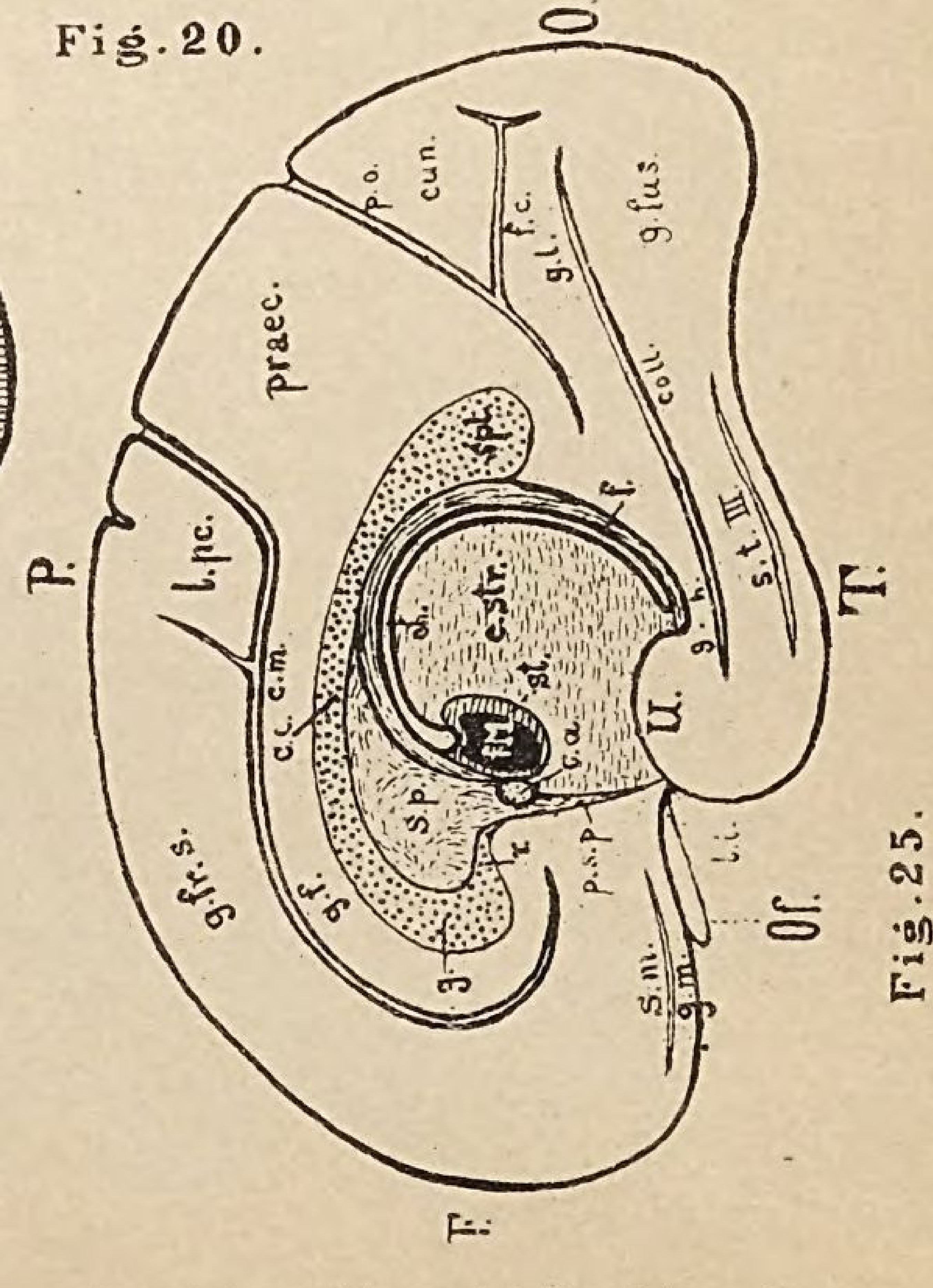



Fig. 25.

# Tafel XI.

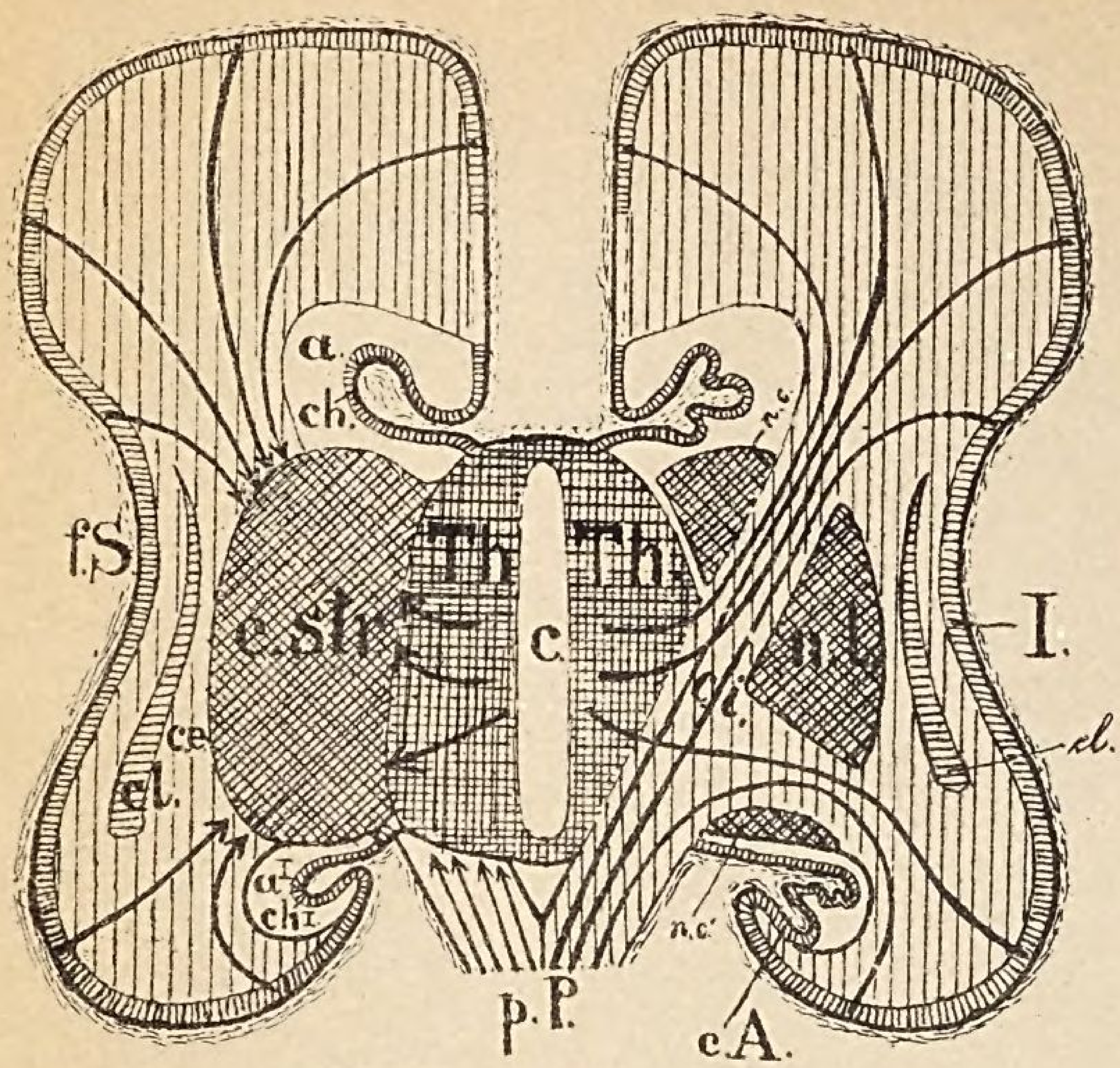



Fig. 23.

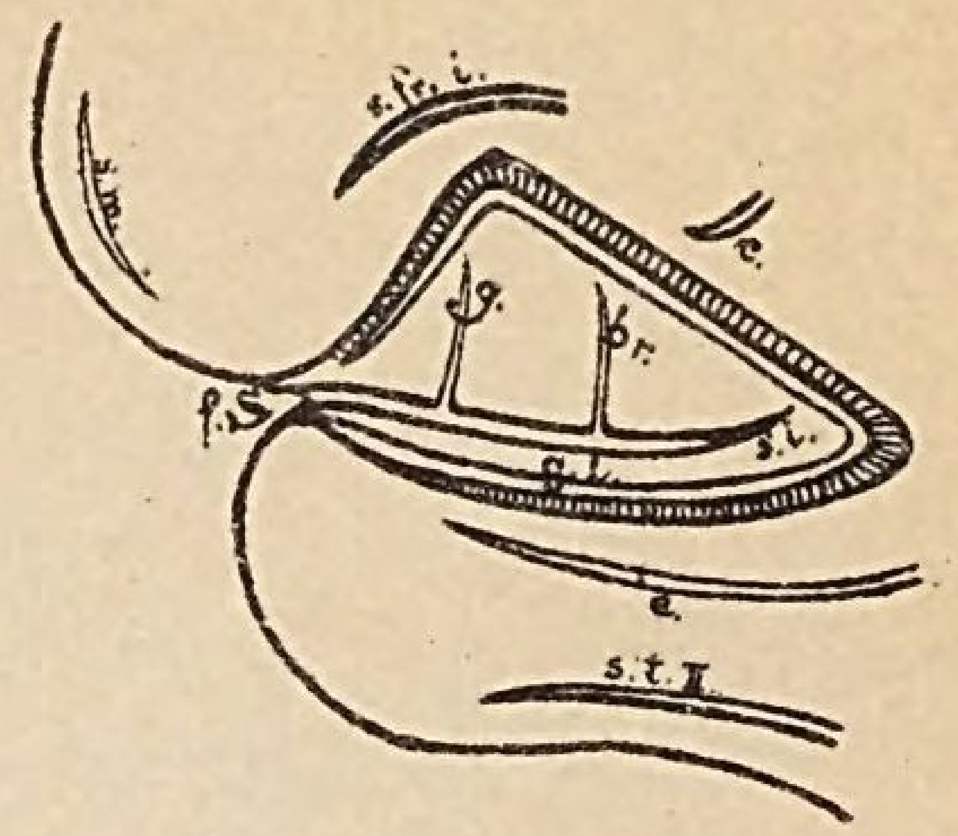



Fig. 36.

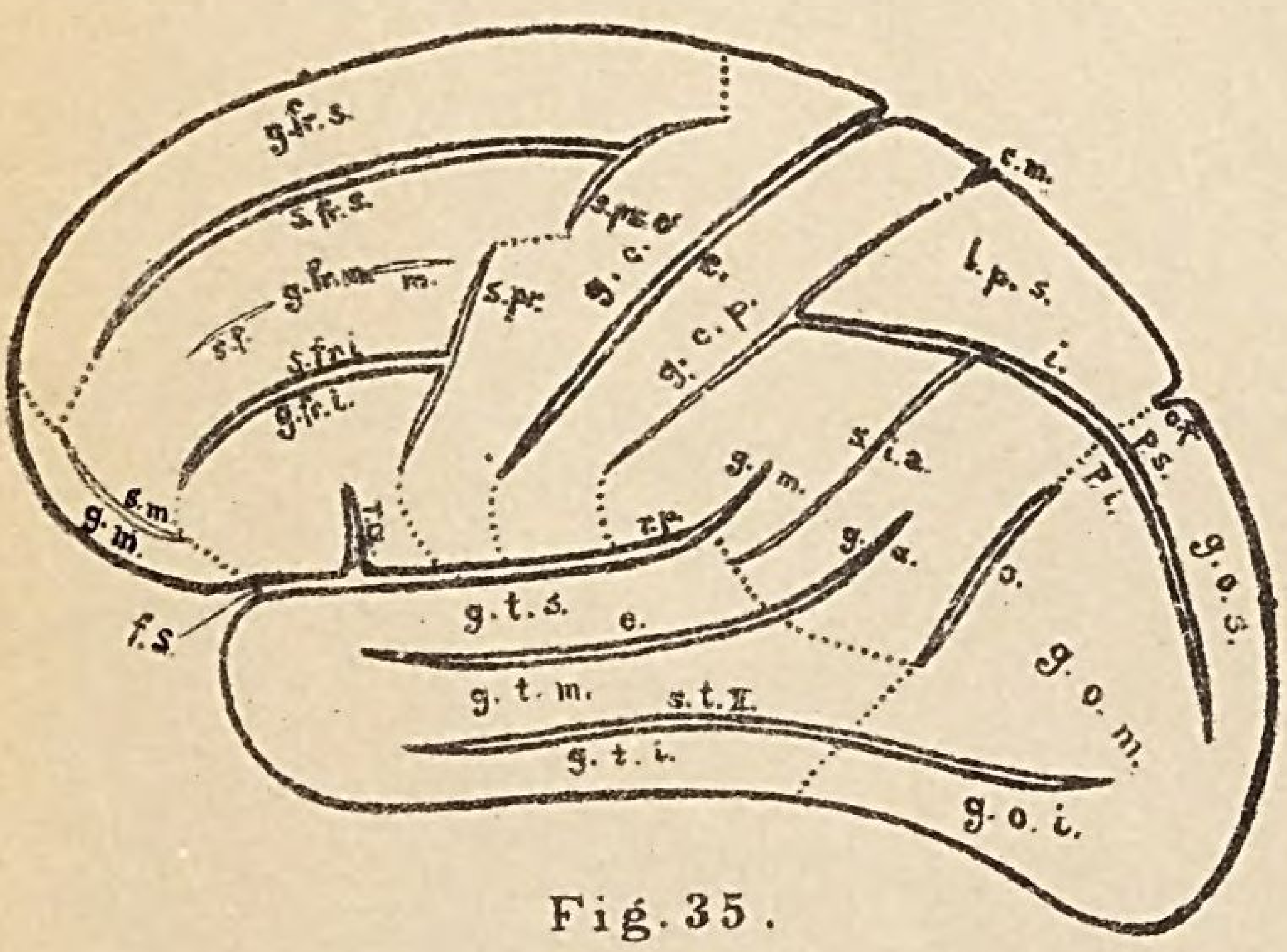



Fig. 35.

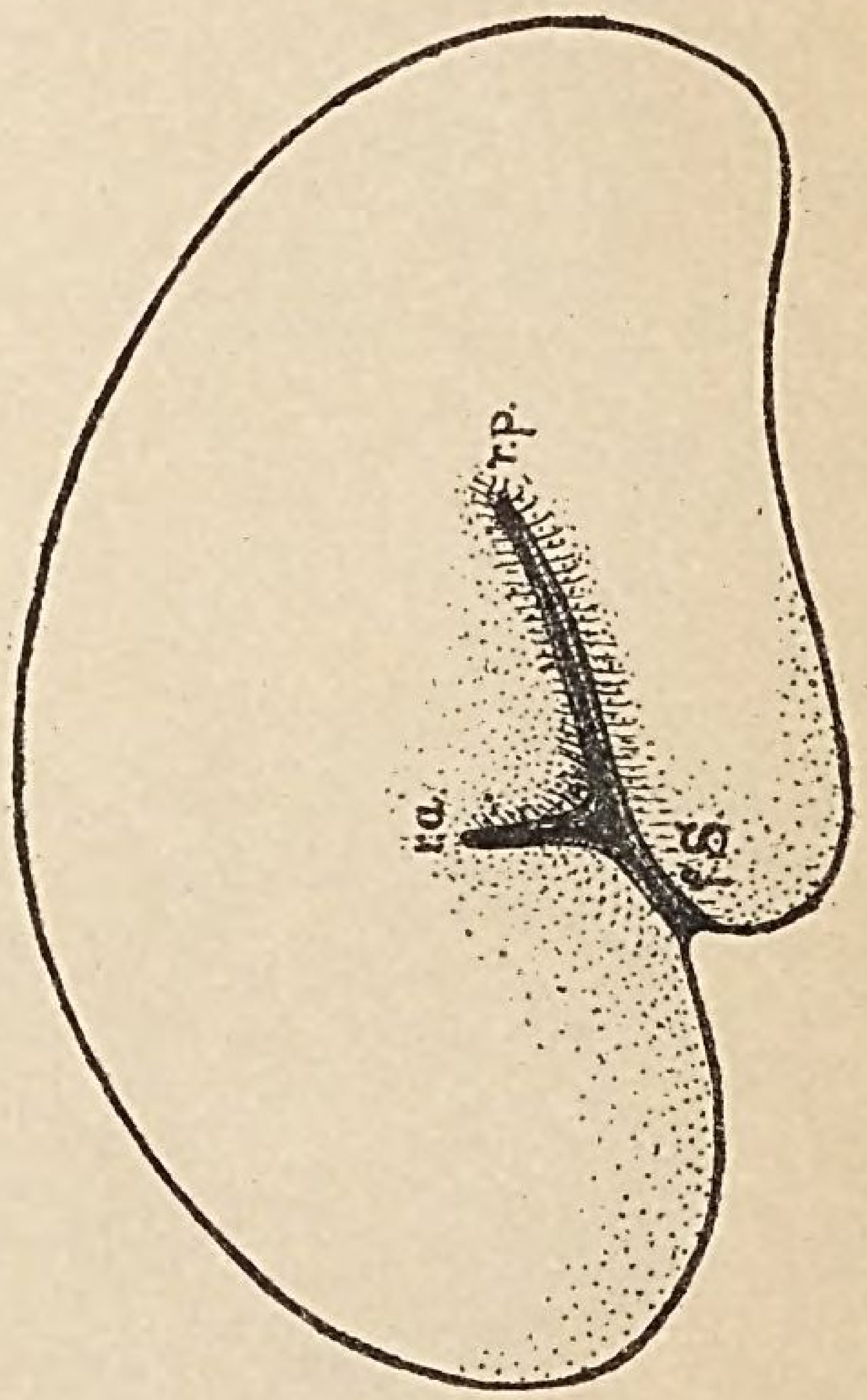



Fig. 32.

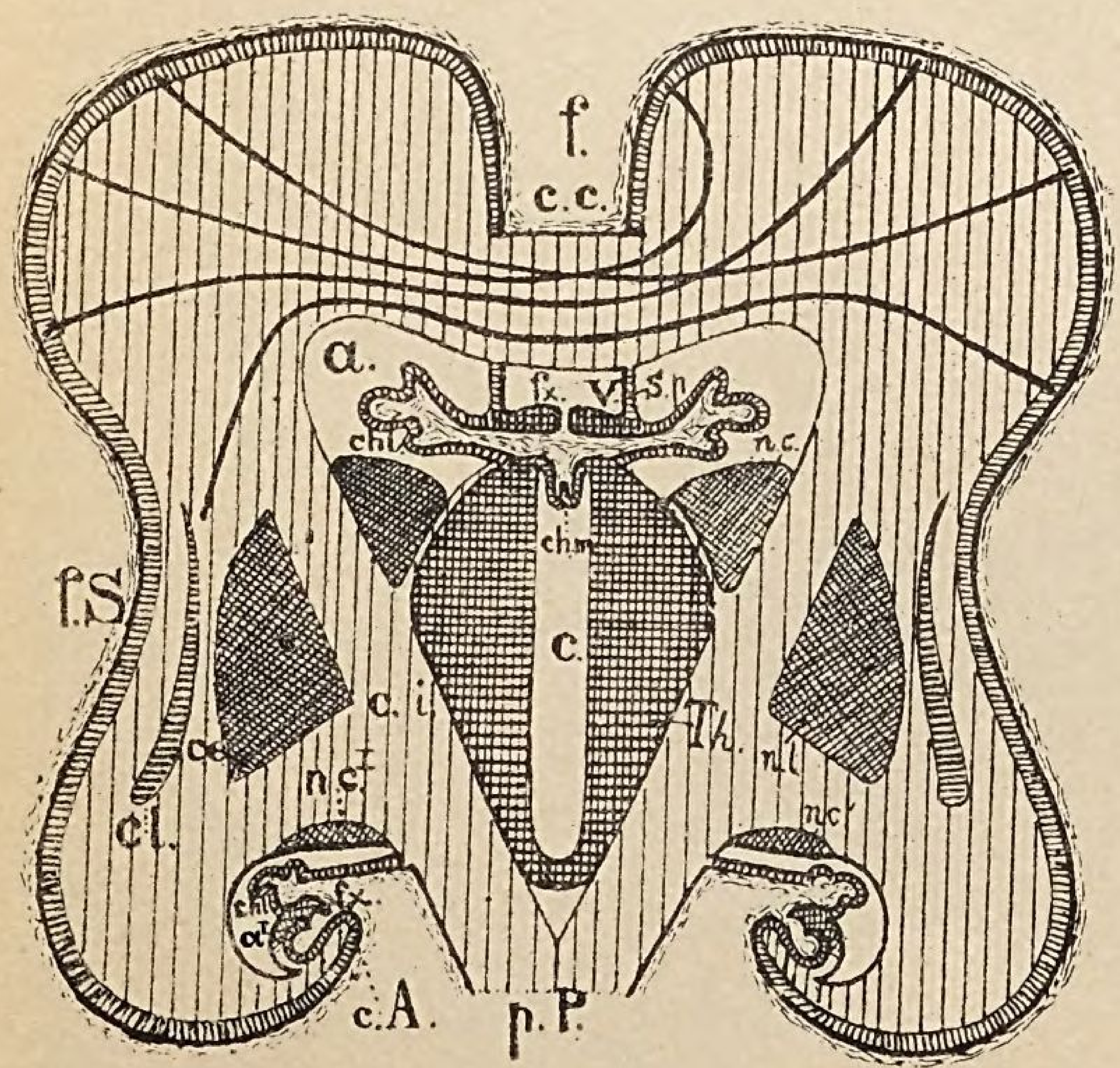



Fig. 24.

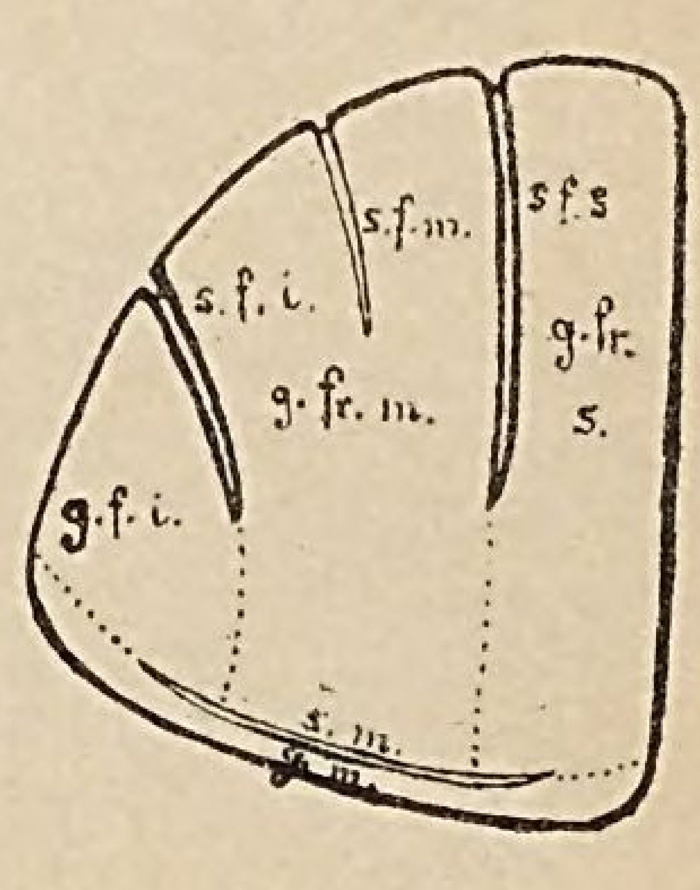



Fig. 37.

Tafel XII.

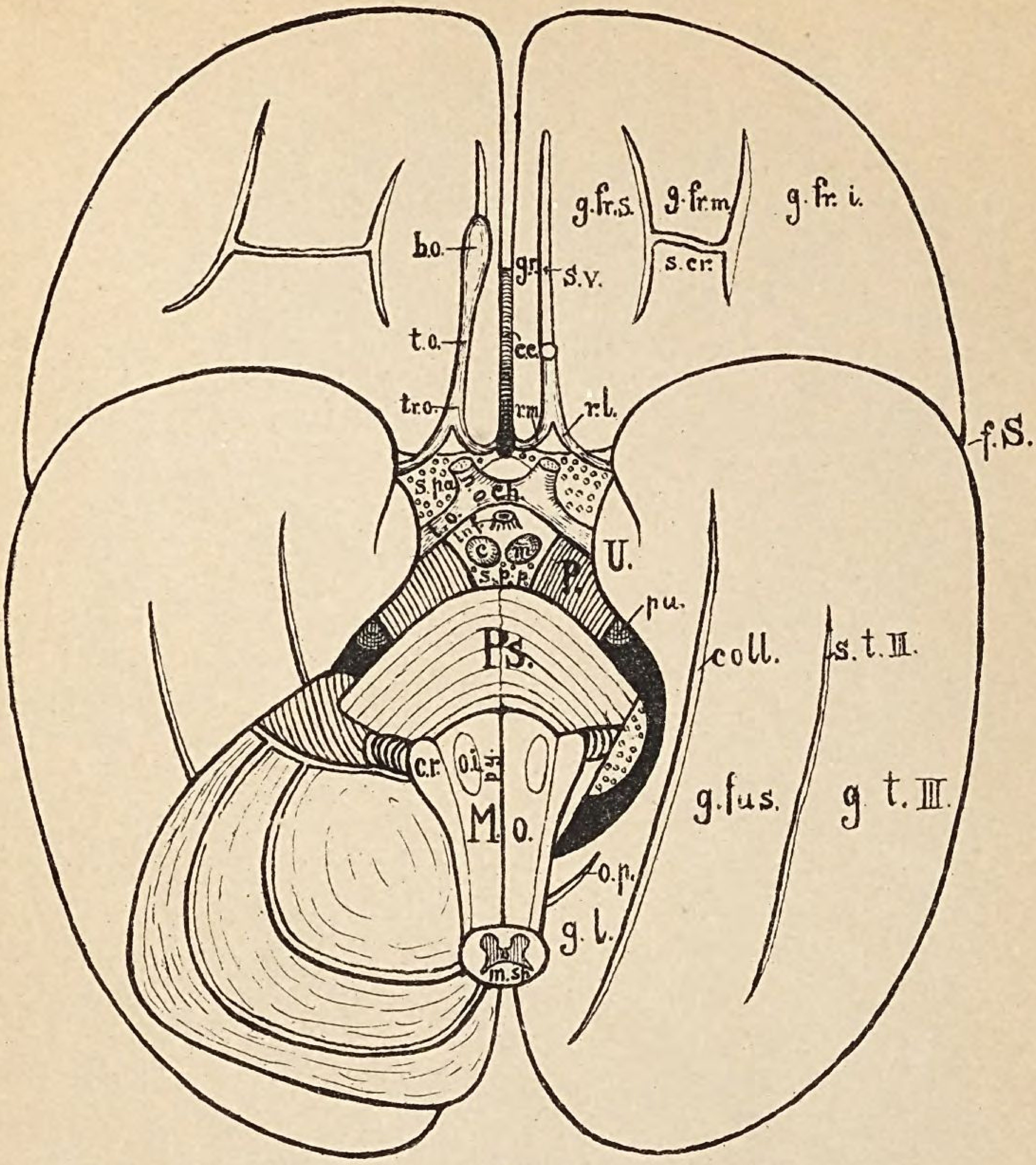



Fig. 33.

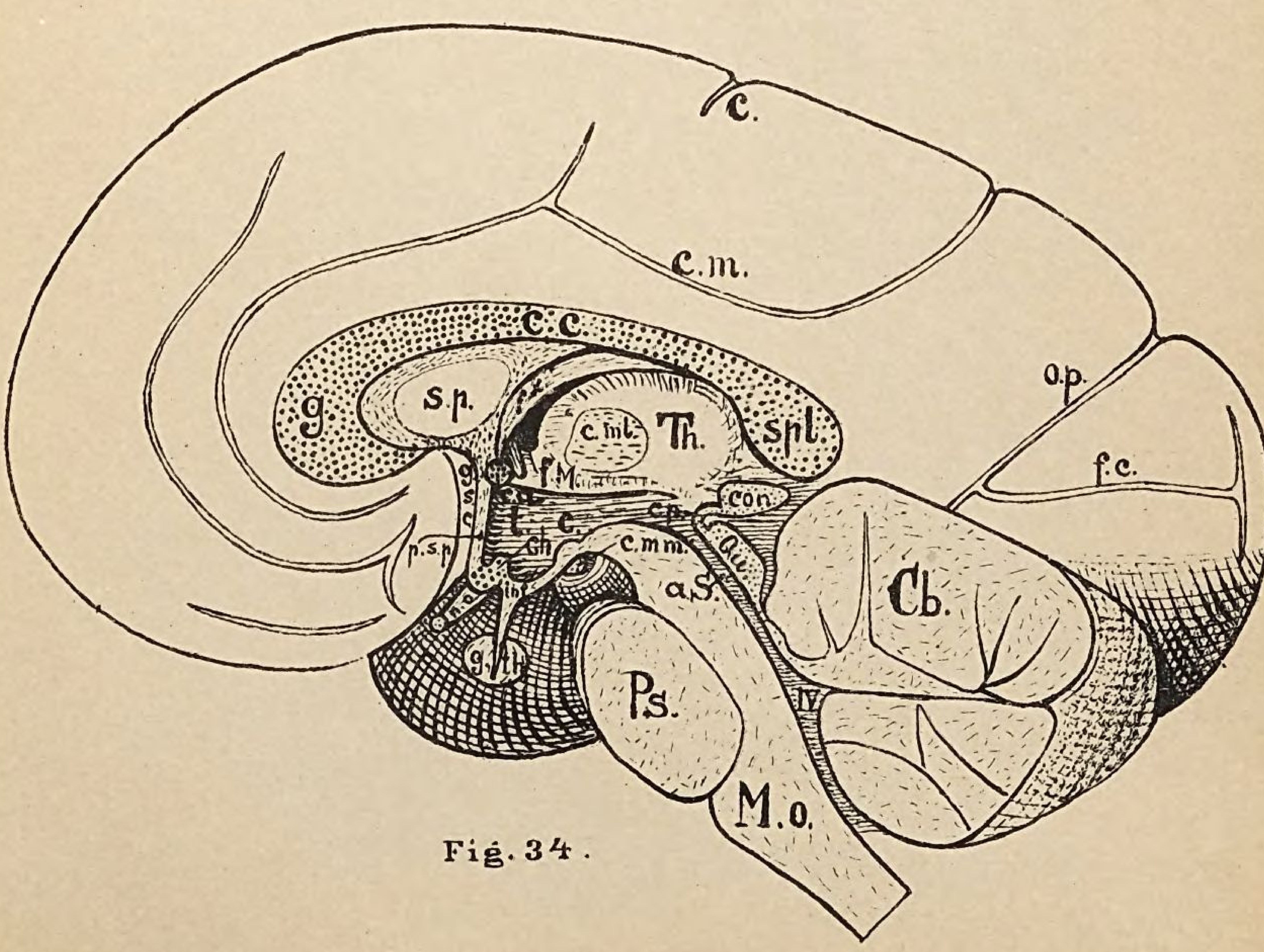



Fig. 34.

# Tafel XIII.

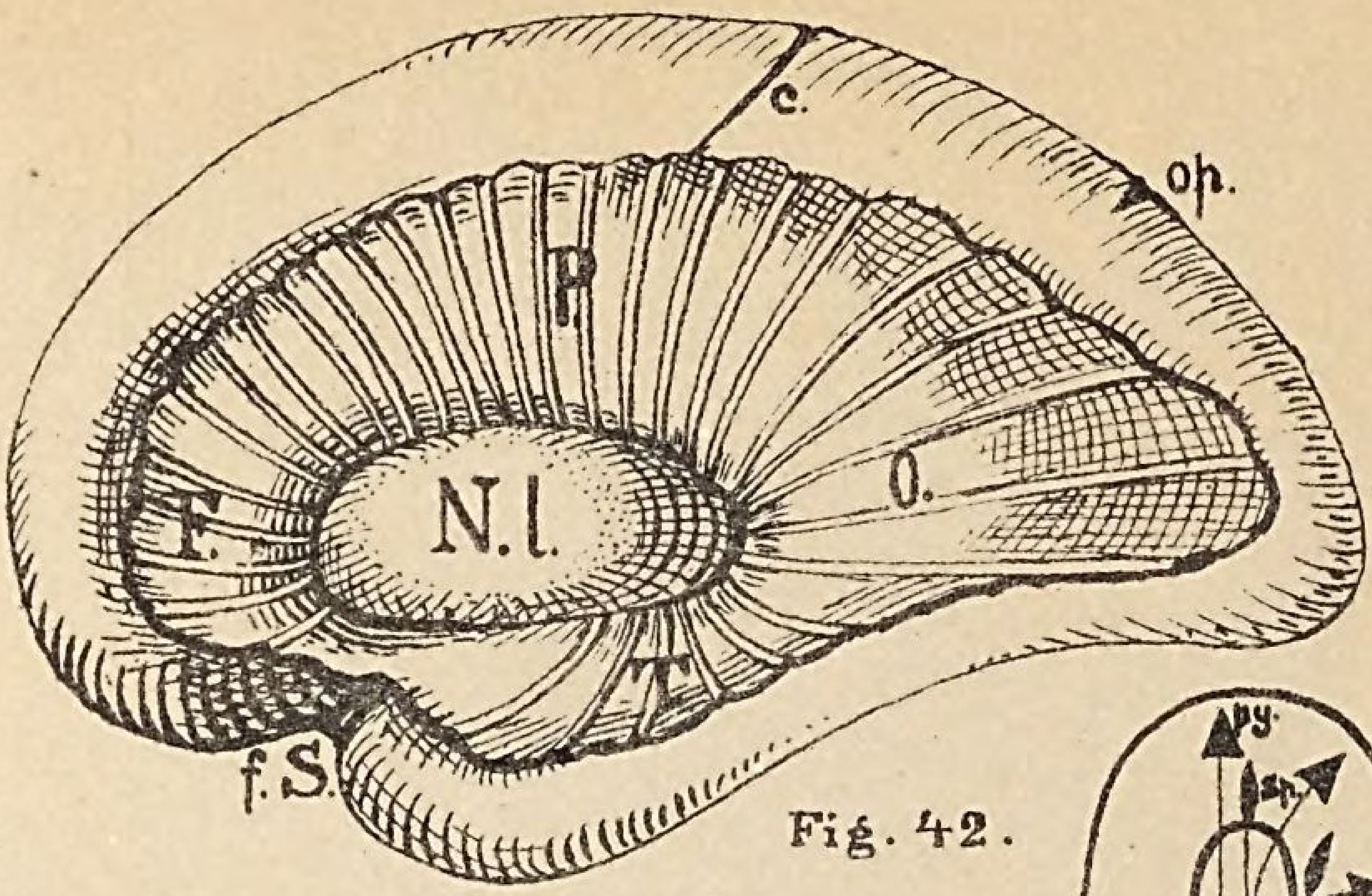



Fig. 42.

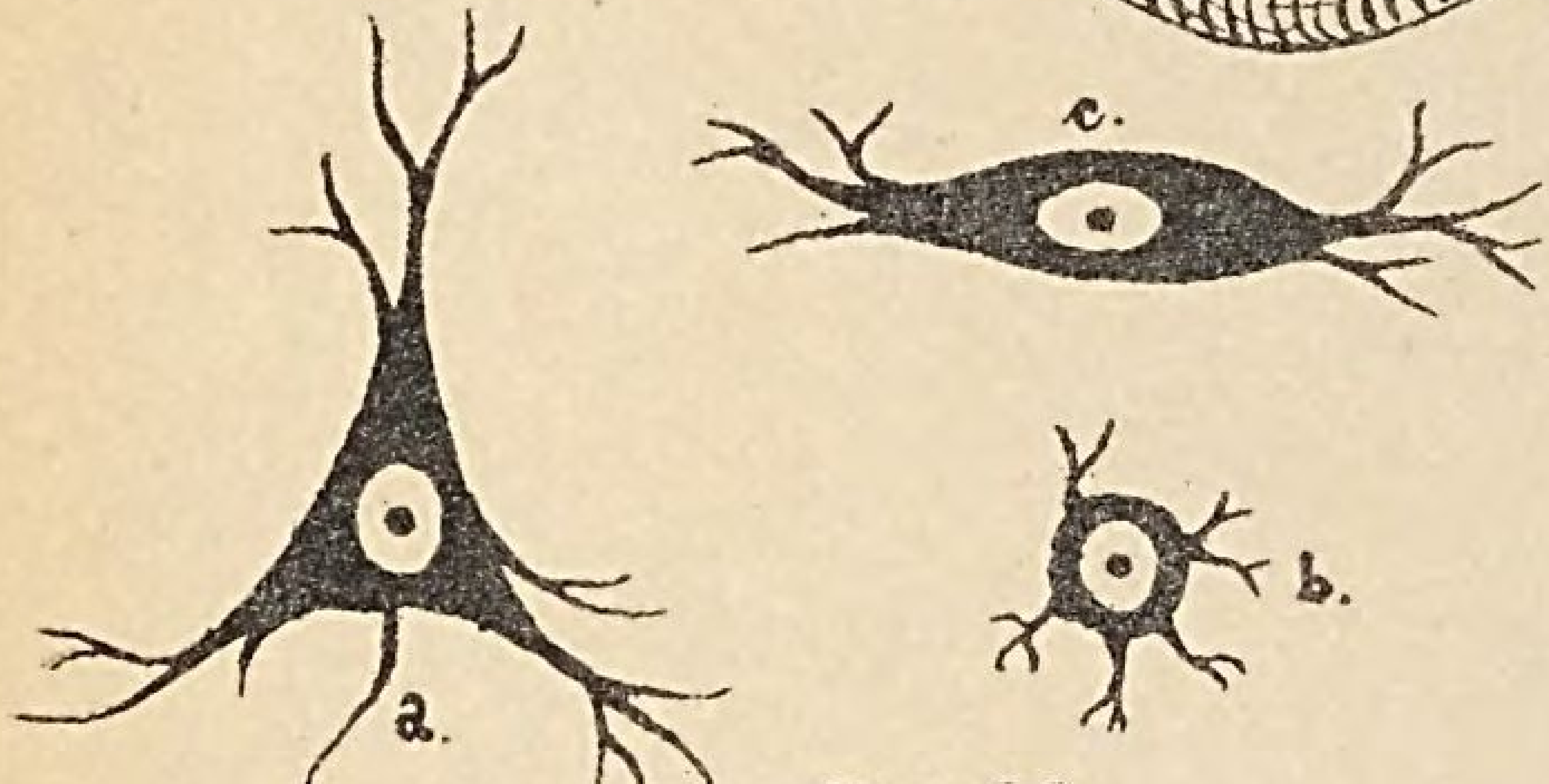



Fig. 38.

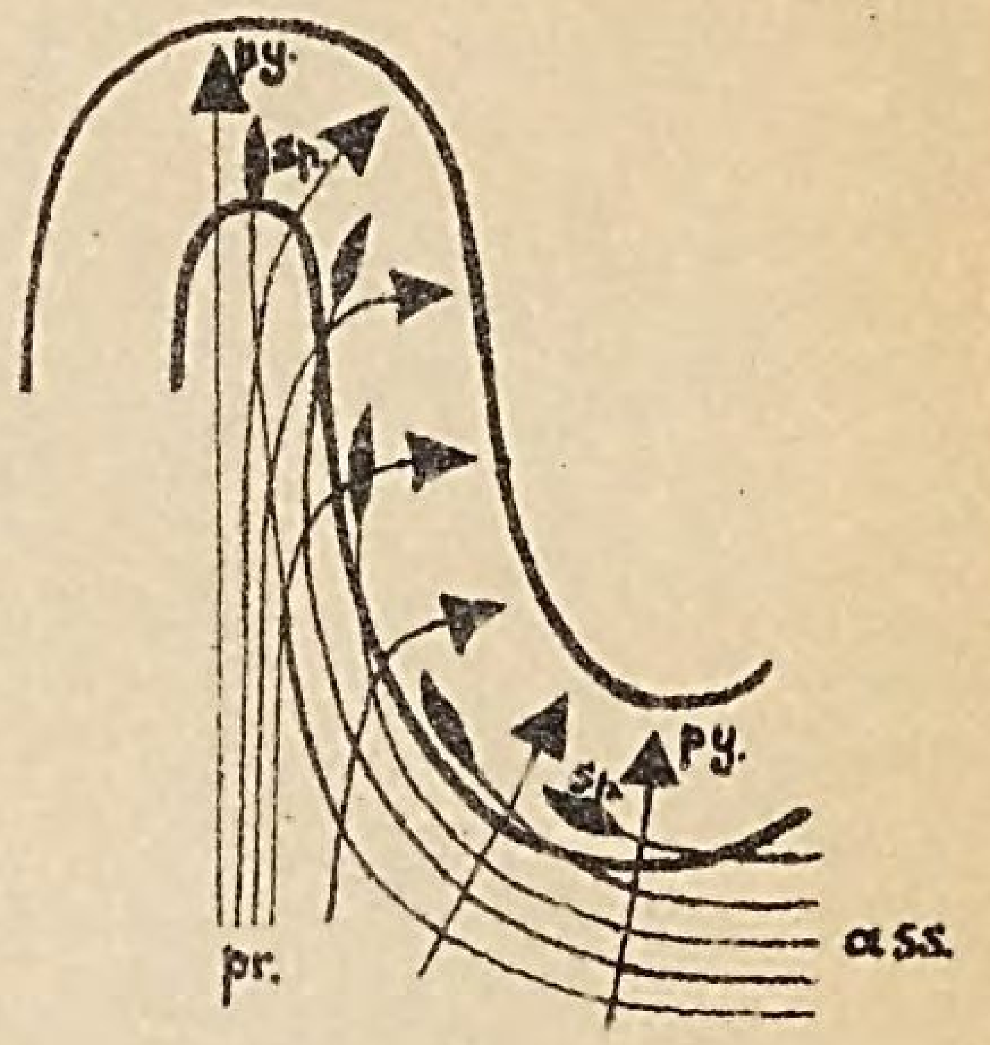



Fig. 40.

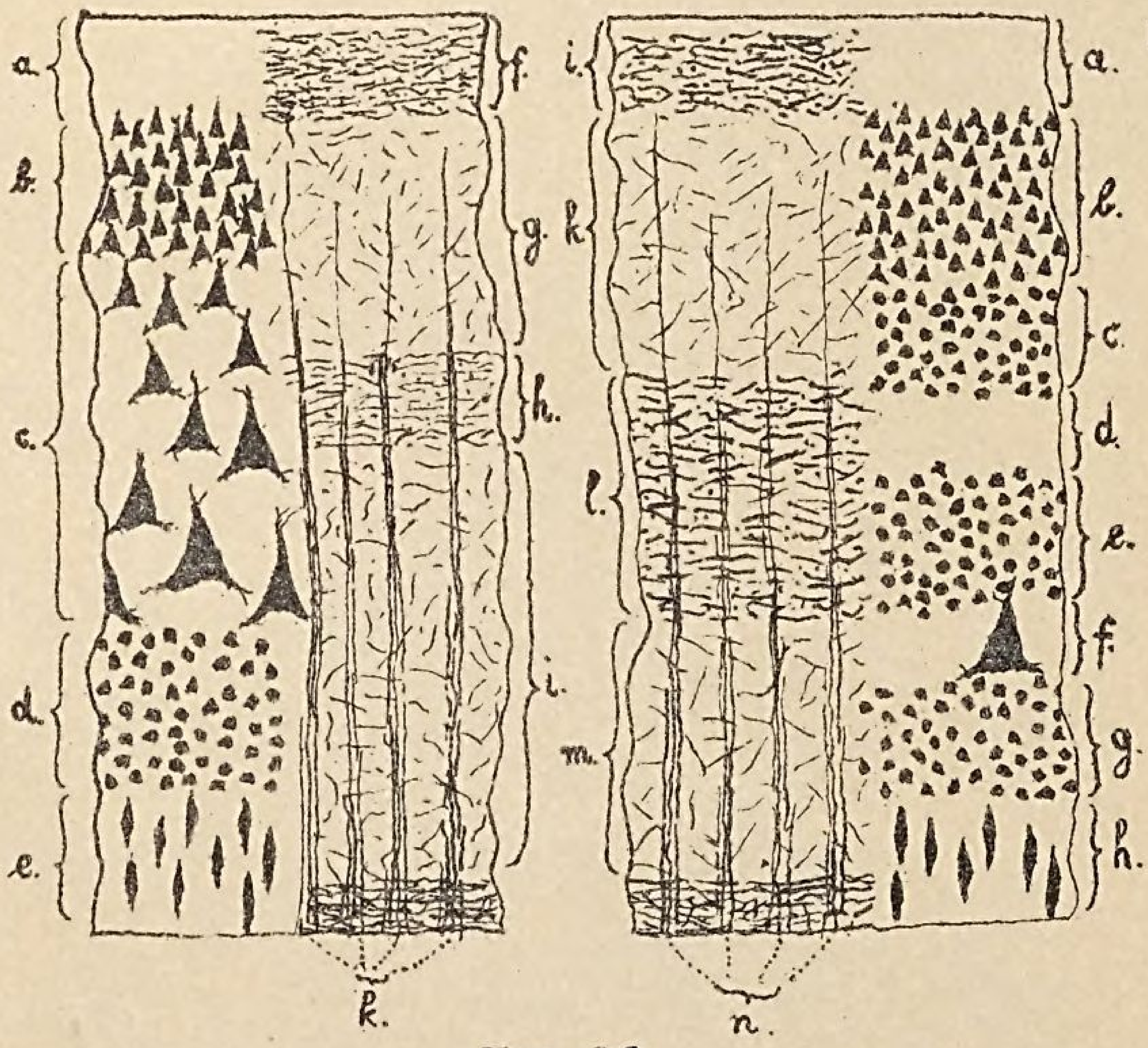



Fig. 39.

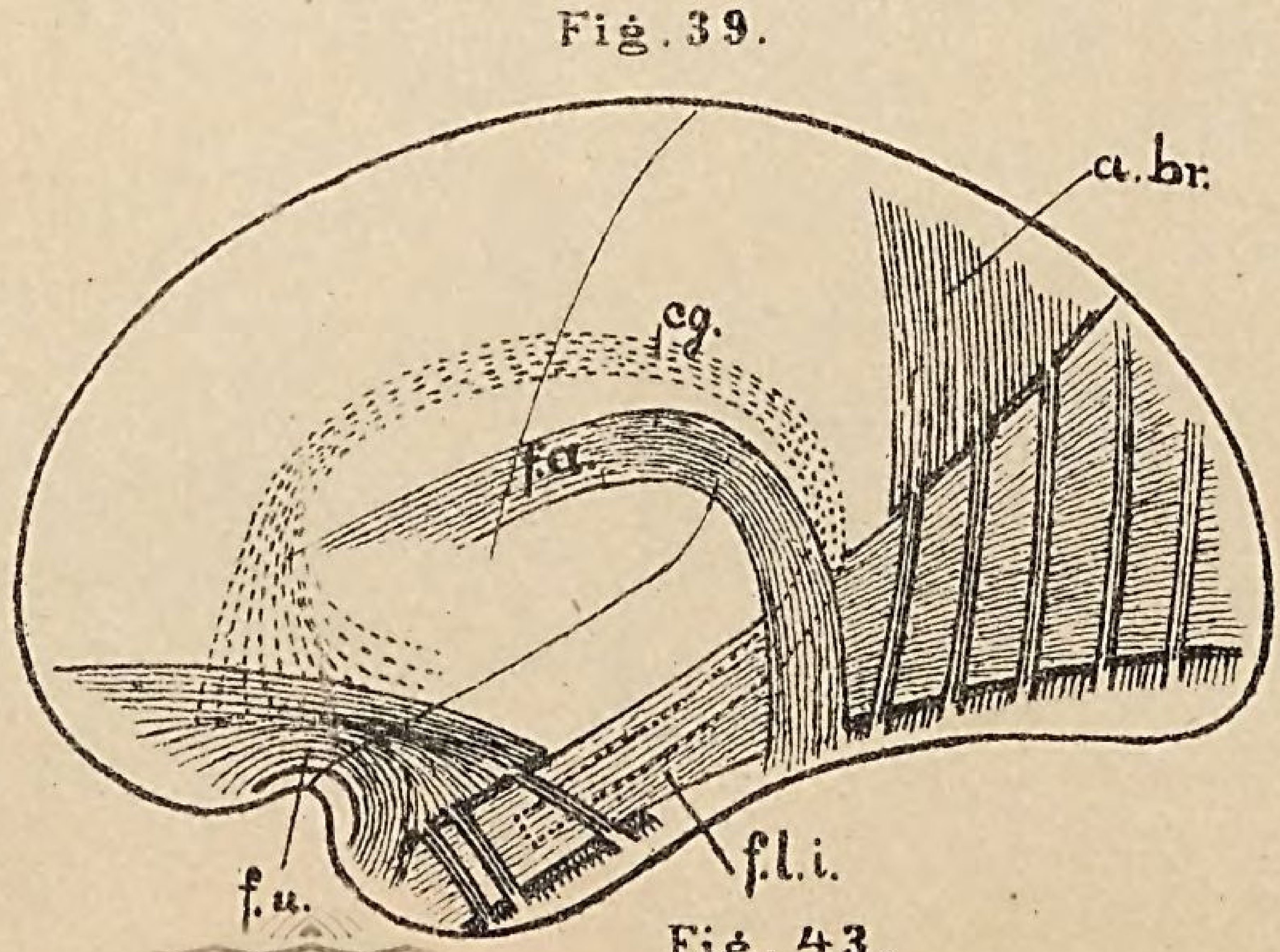



Fig. 43.

Photolithographie von A. Fabian & Comp., Breslau.

Tafel XIV.

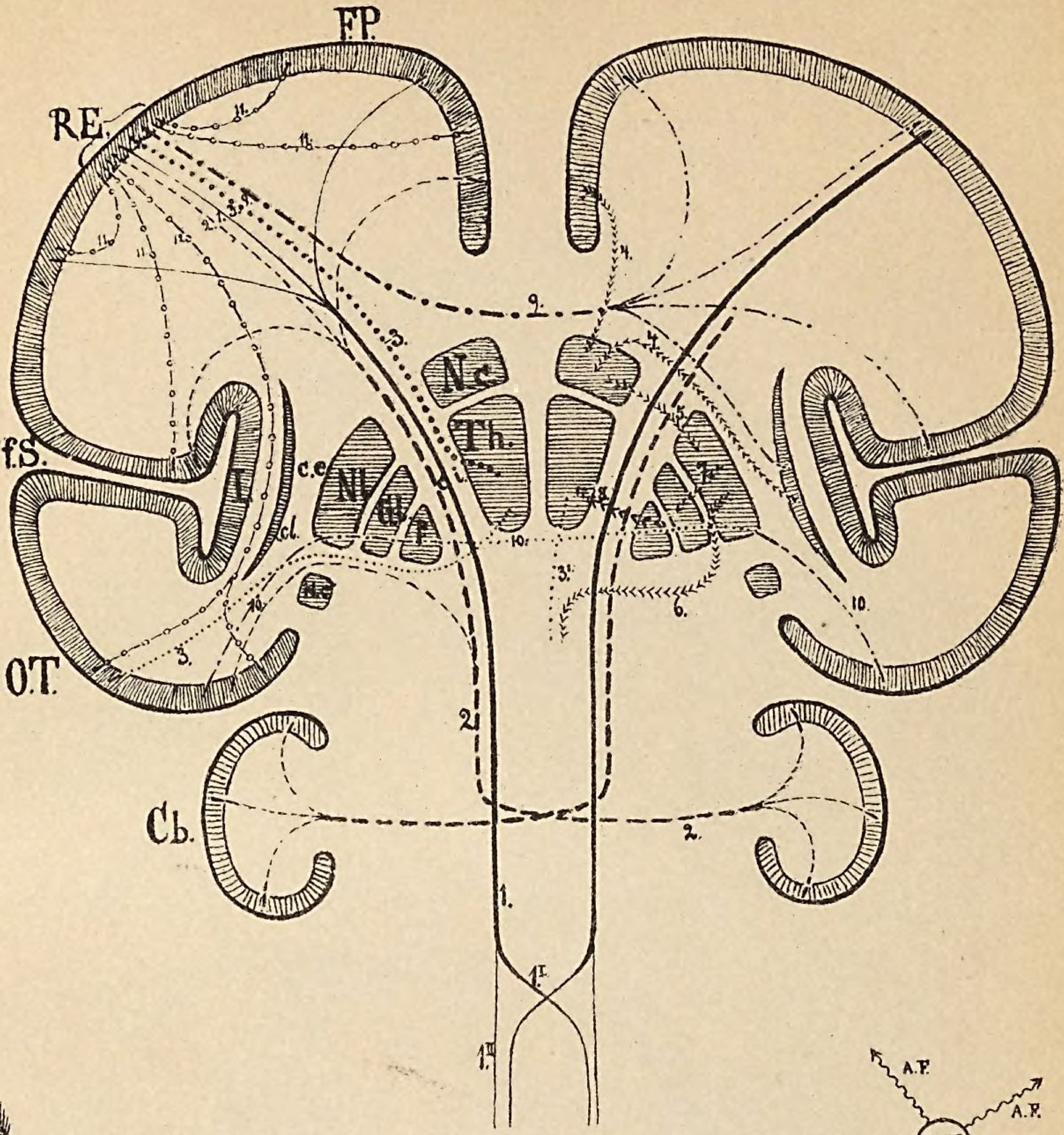



Fig. 41.

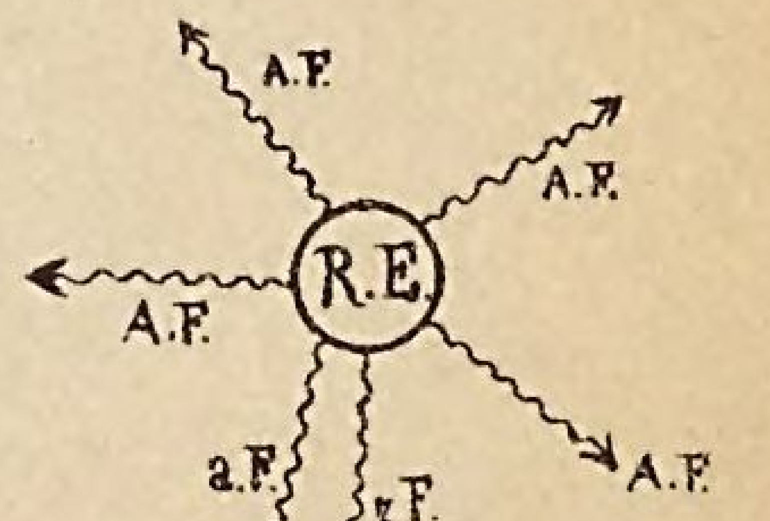



Fig. 60.

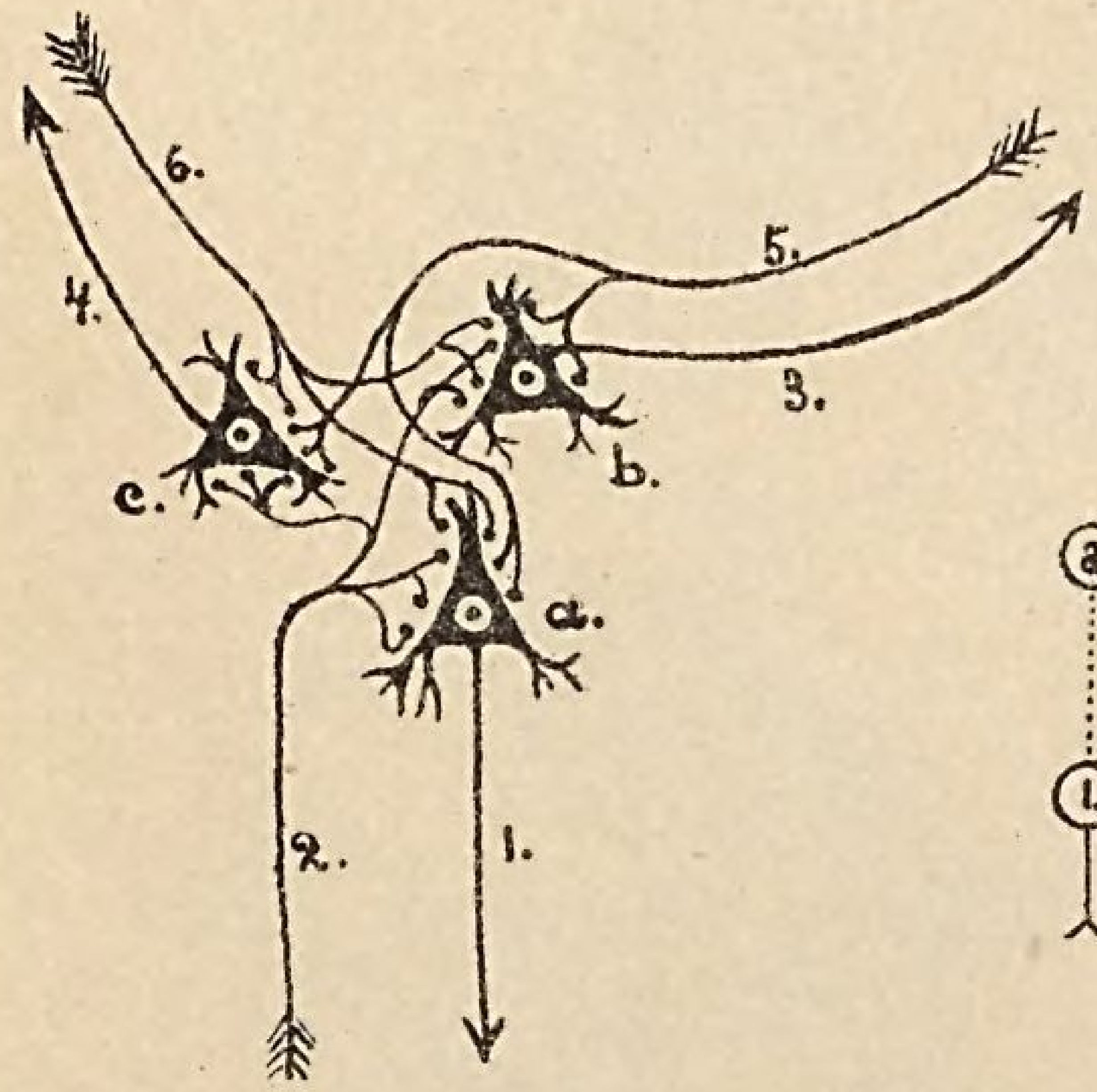



Fig. 58.

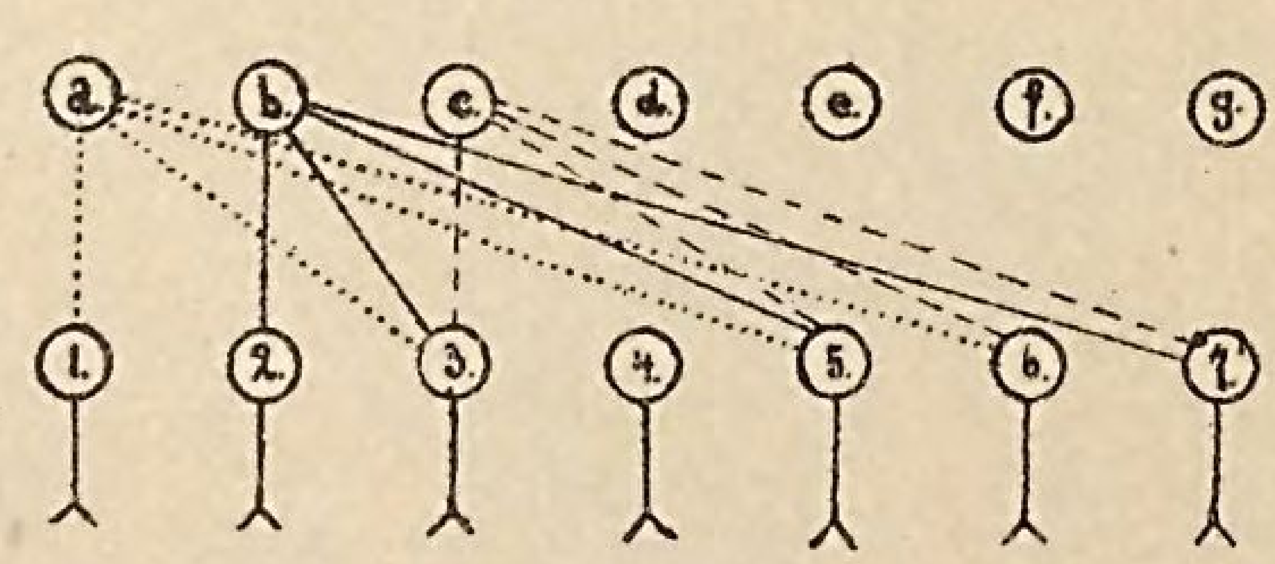



Fig. 63.

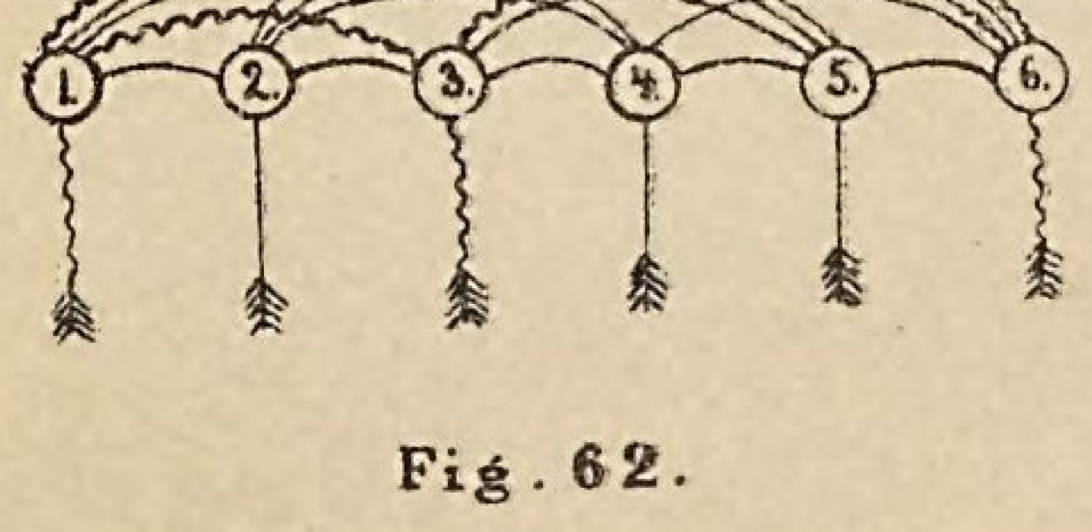



Fig. 62.

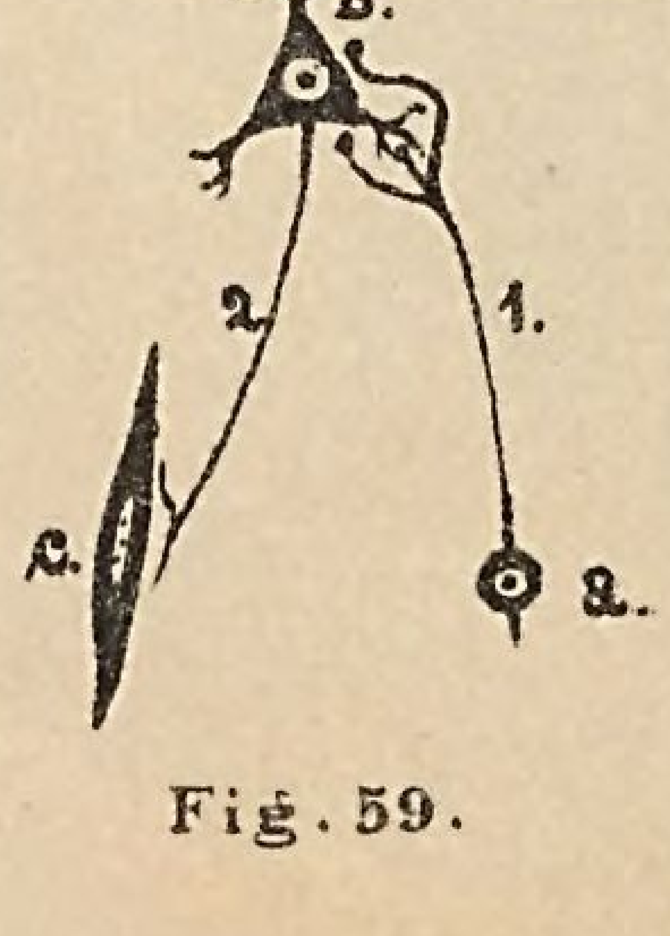



Fig. 59.

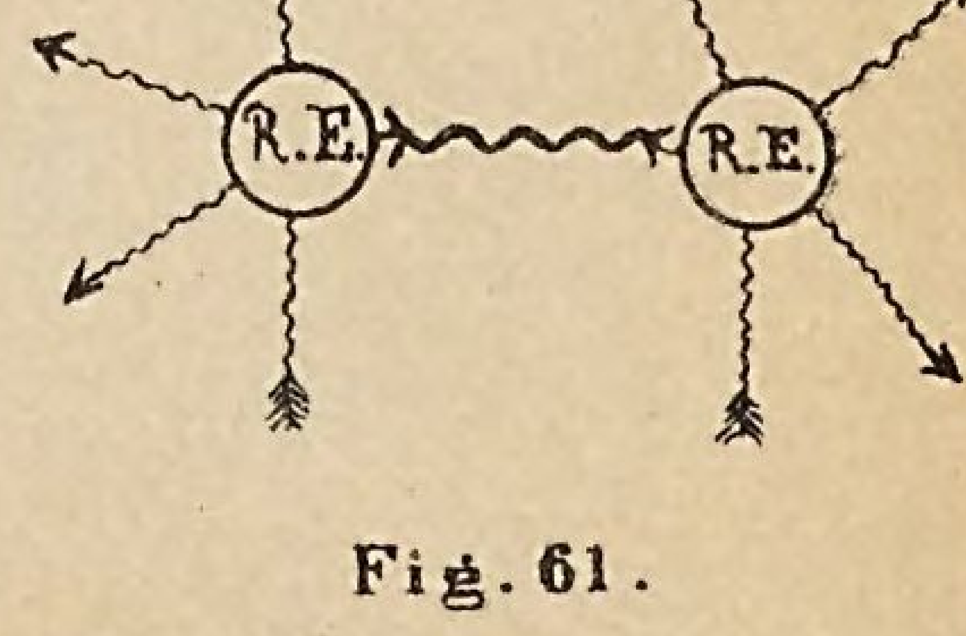



Fig. 61.

# Tafel XV.

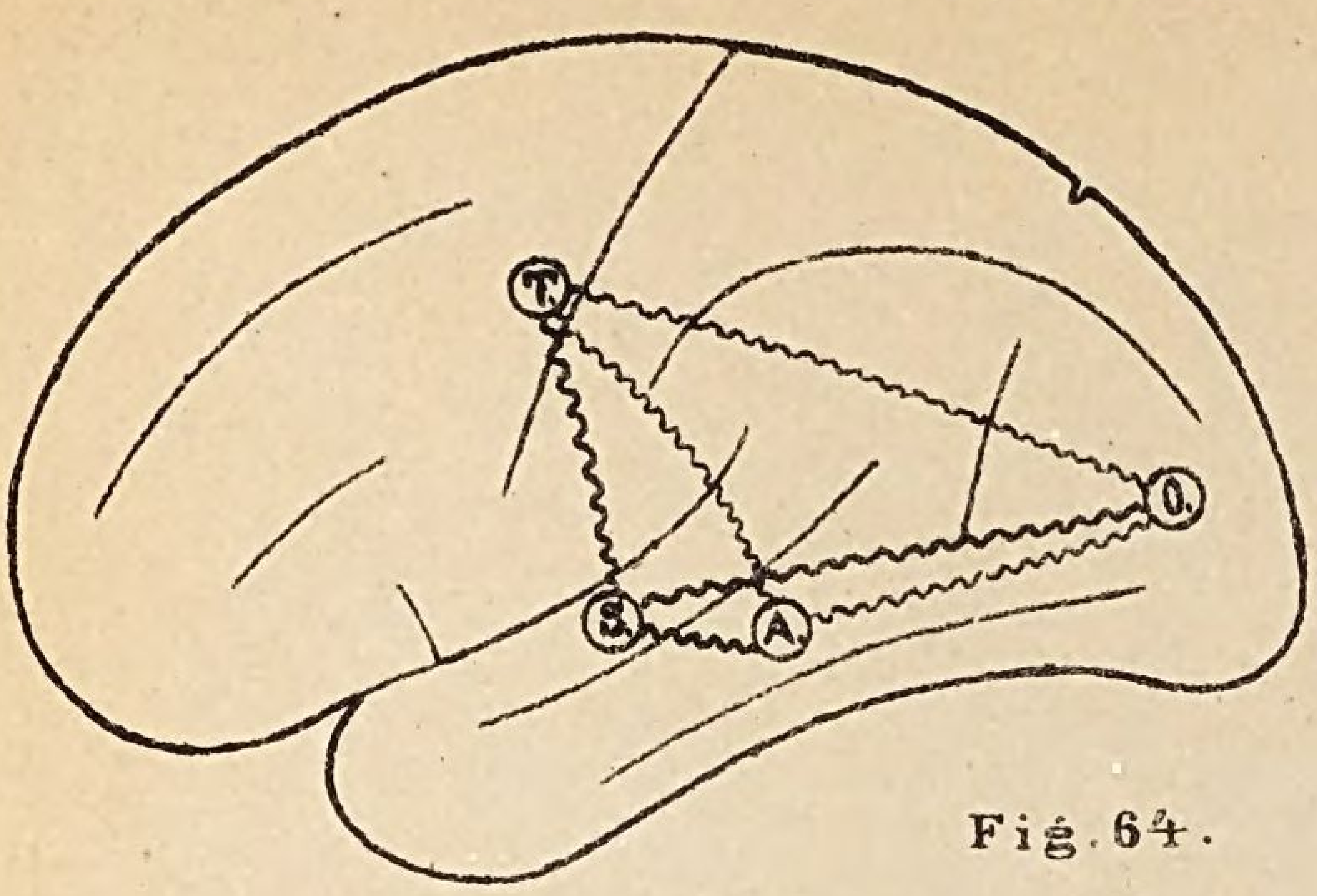



Fig. 64.

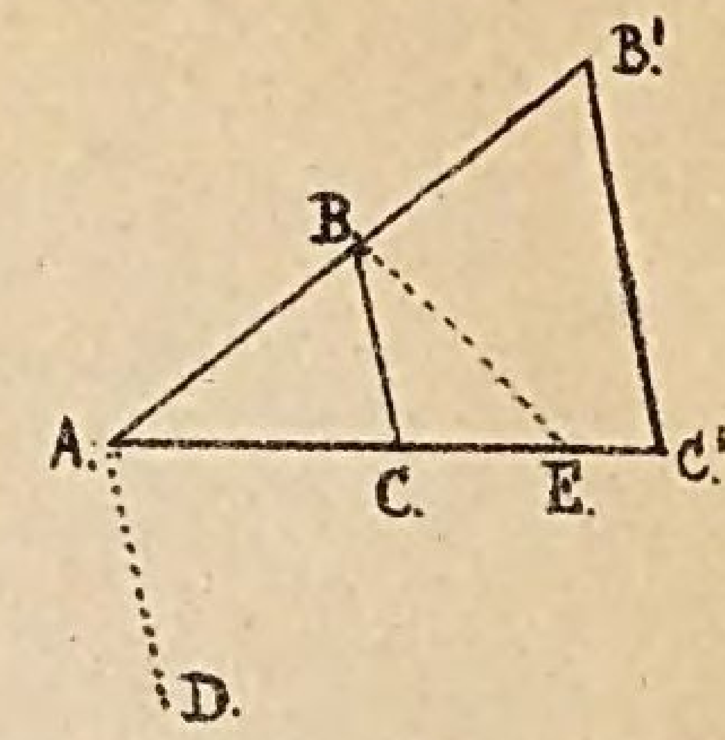



Fig. 65.

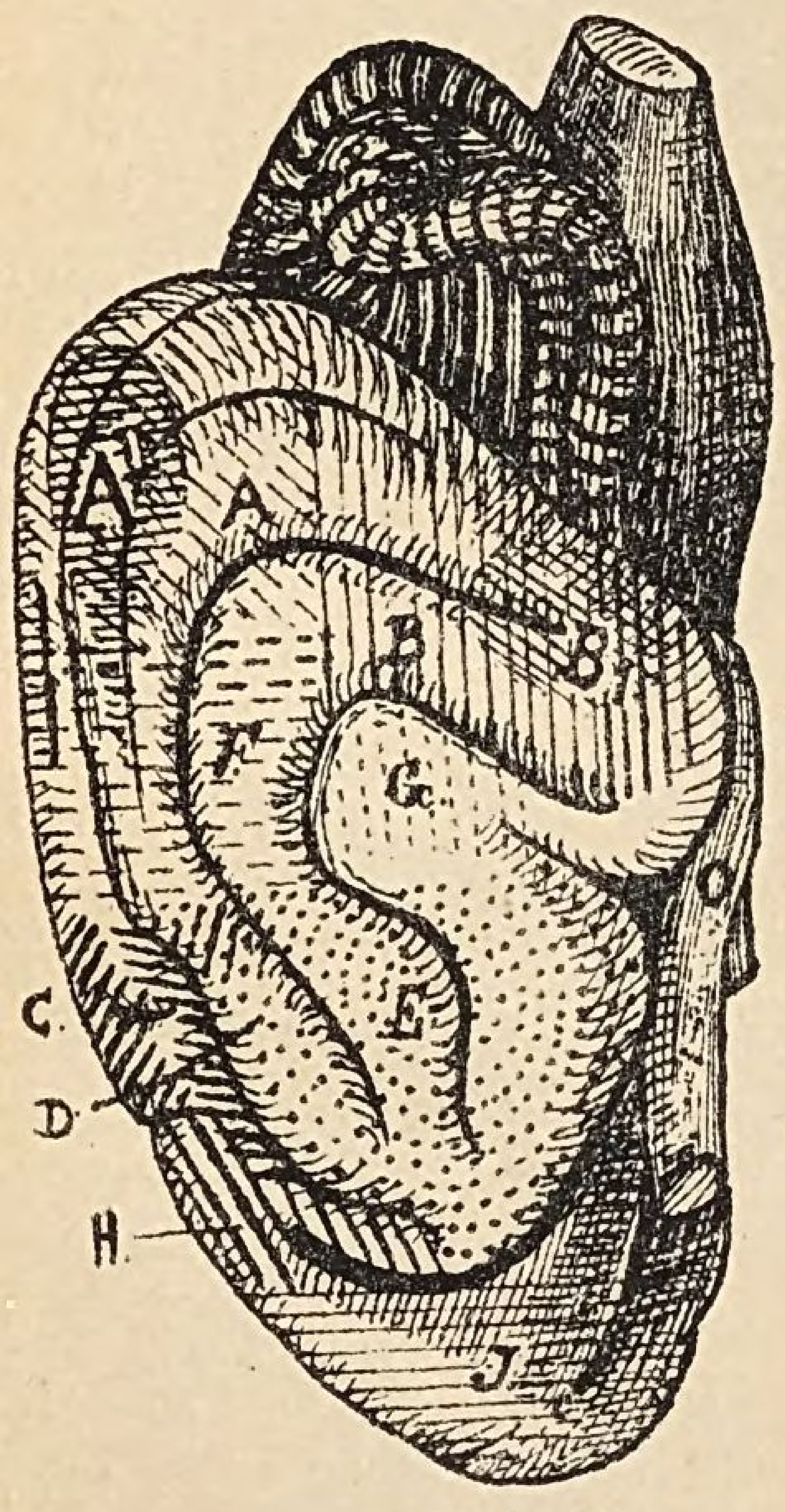



Fig. 66.

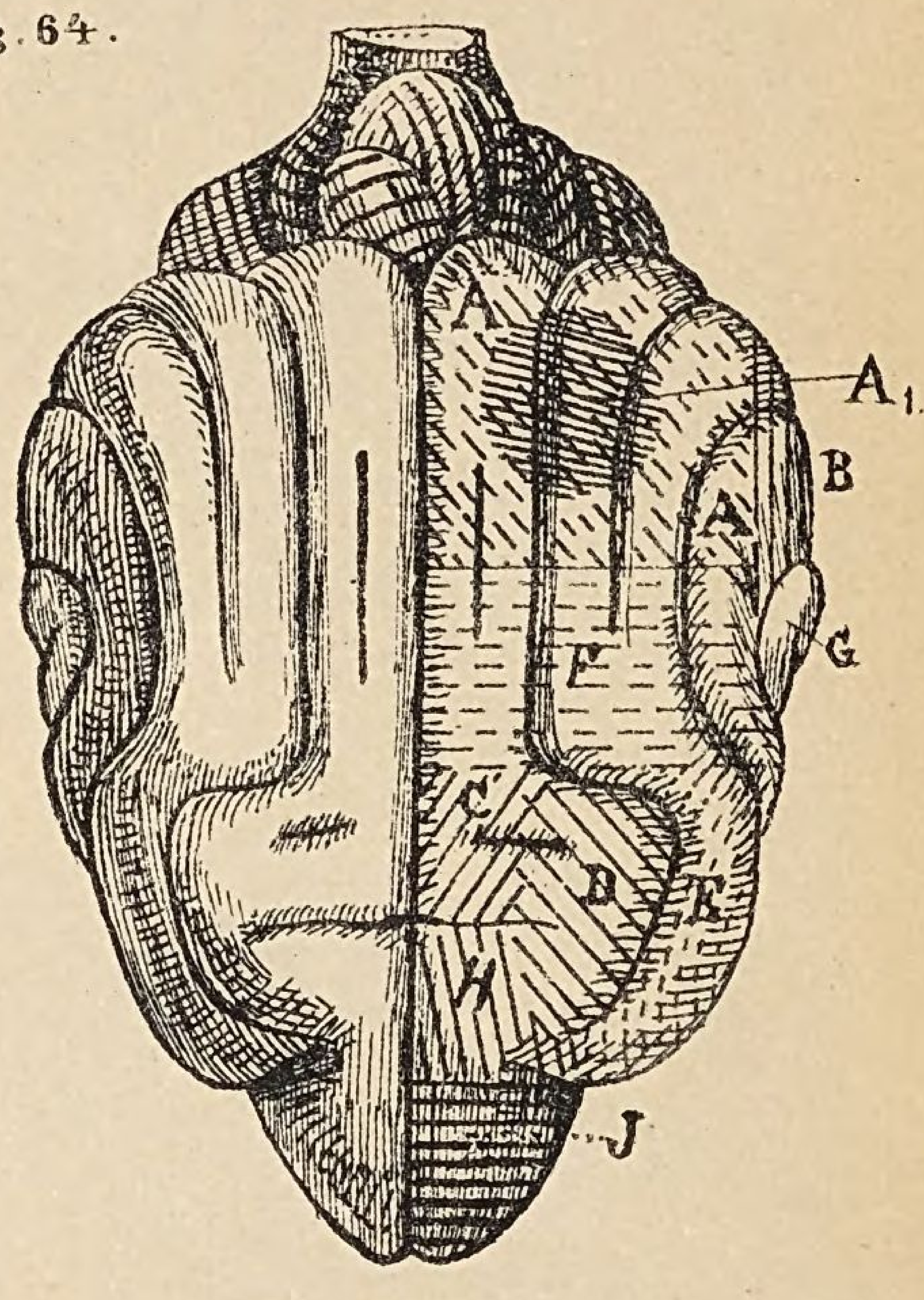



Fig. 67.

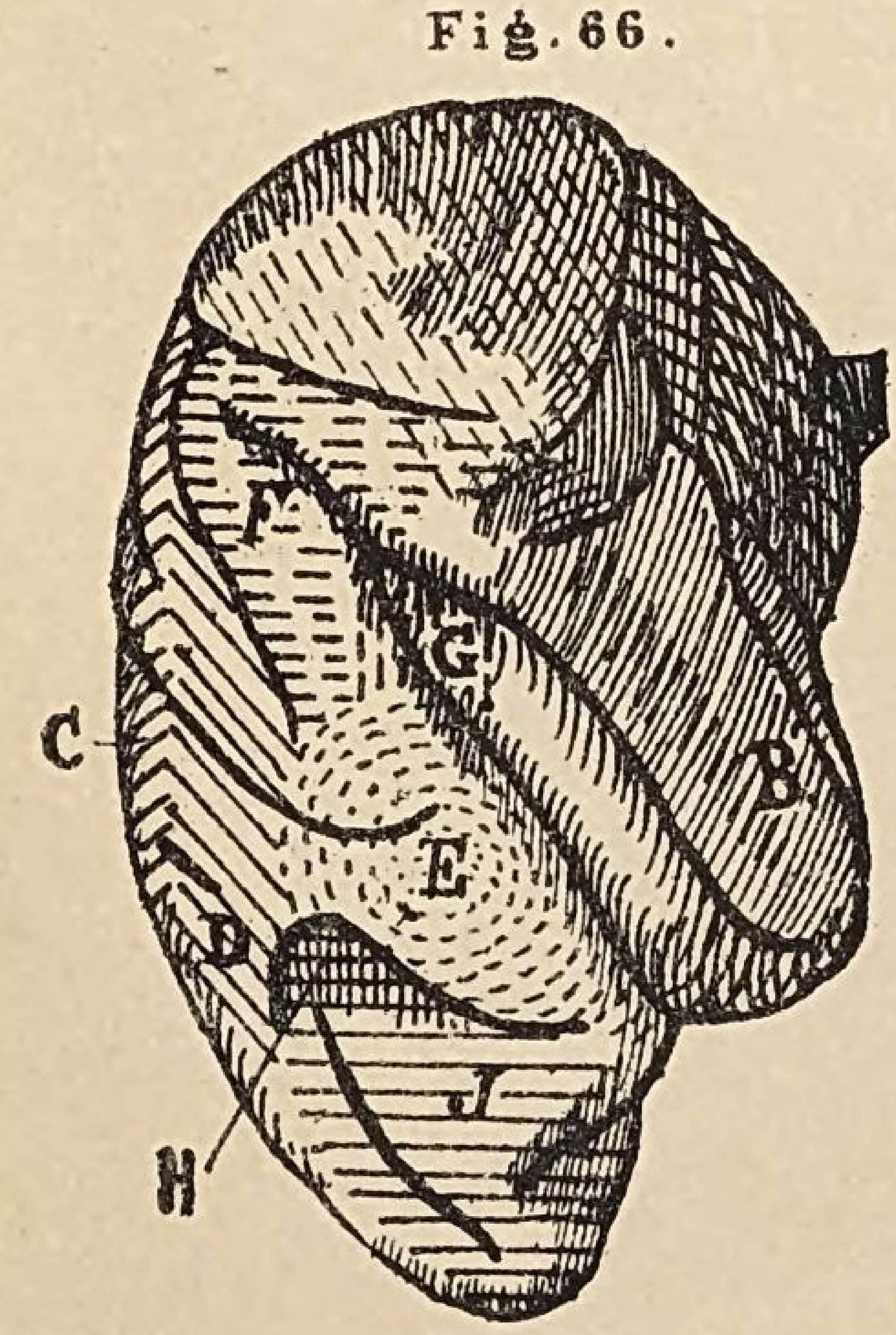



Fig. 68.

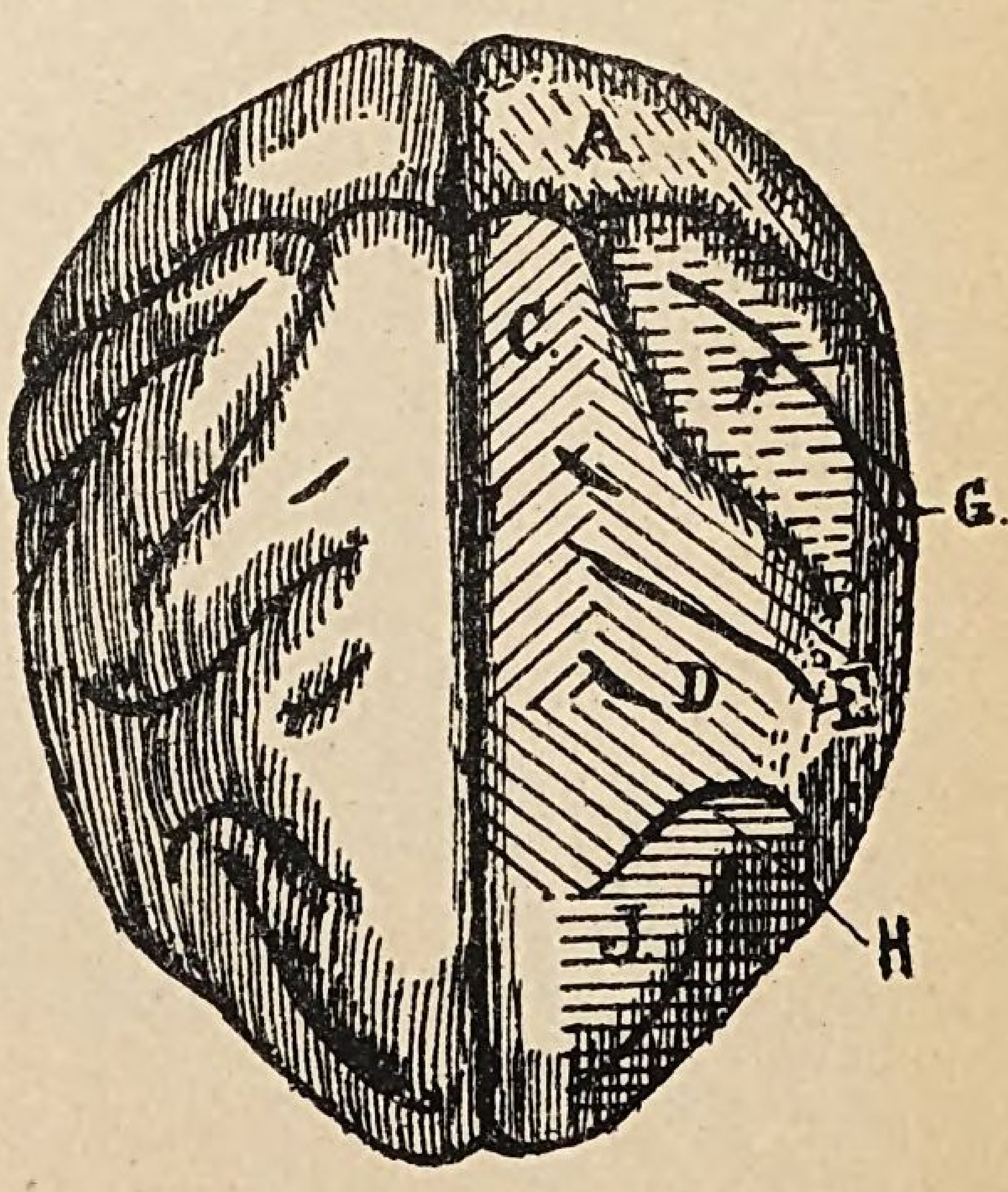



Fig. 69.

Photolithographie von A. Fabian & Comp., Breslau.

# Tafel XVI.

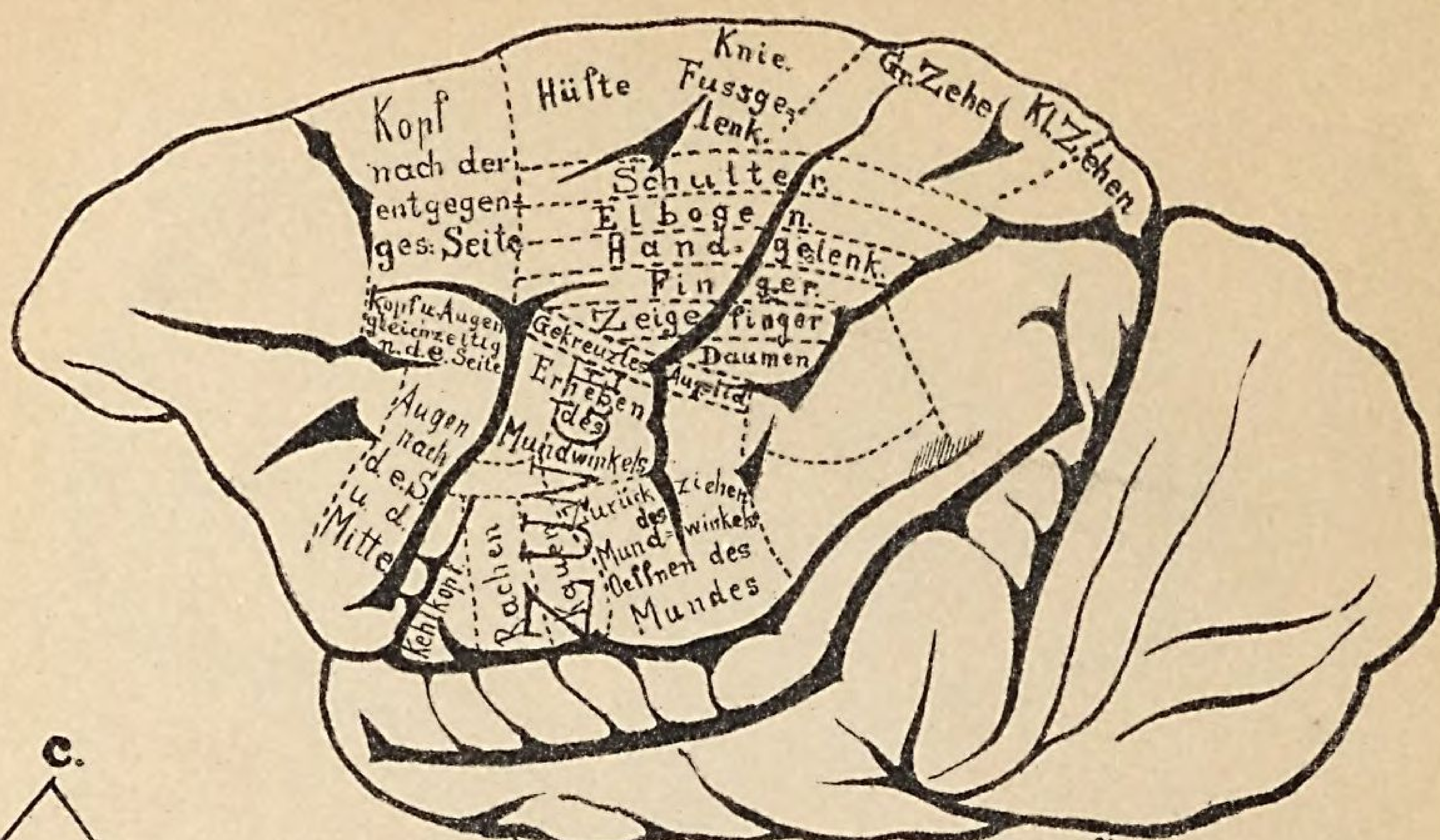



Fig. 70.

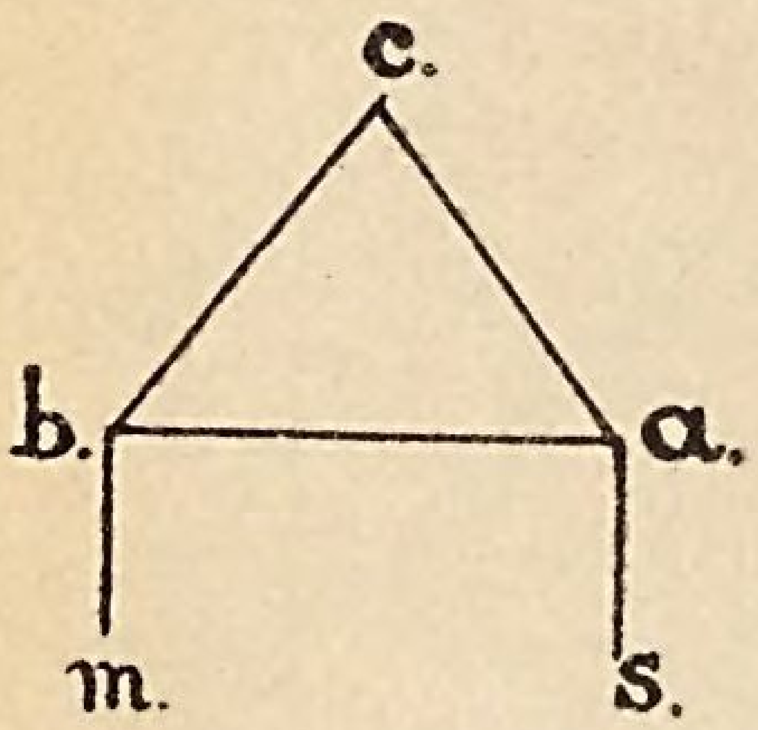



Fig. 74.

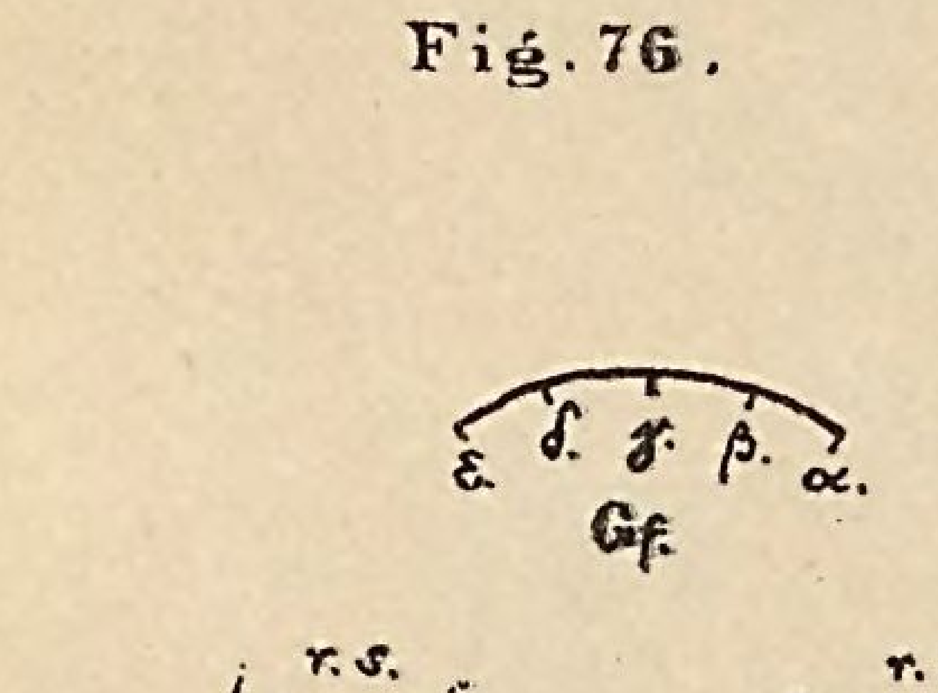



Fig. 76.

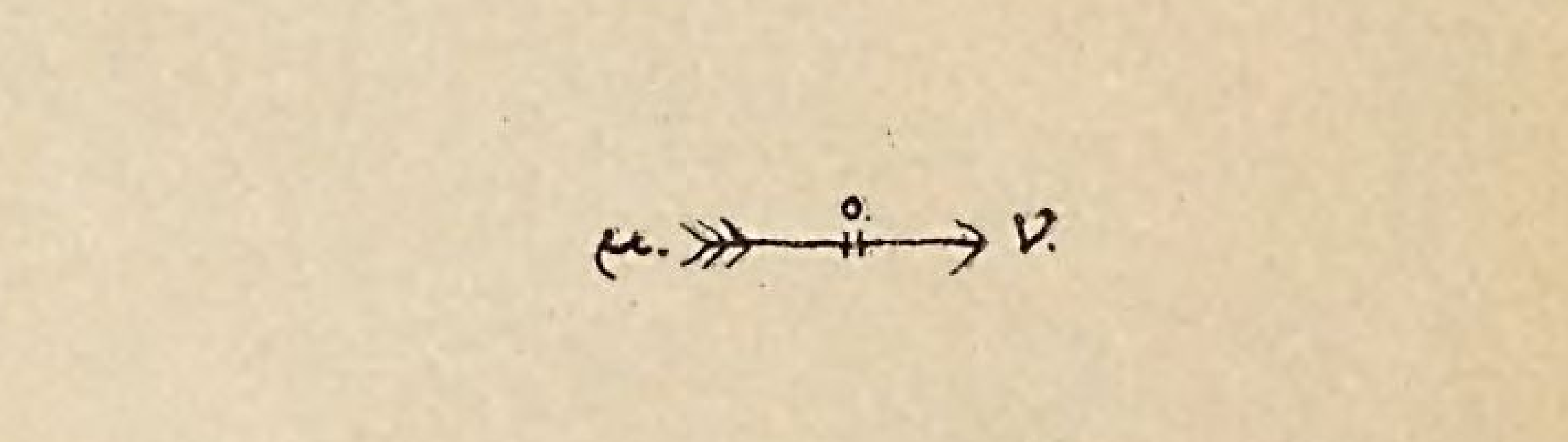



Fig. 72.

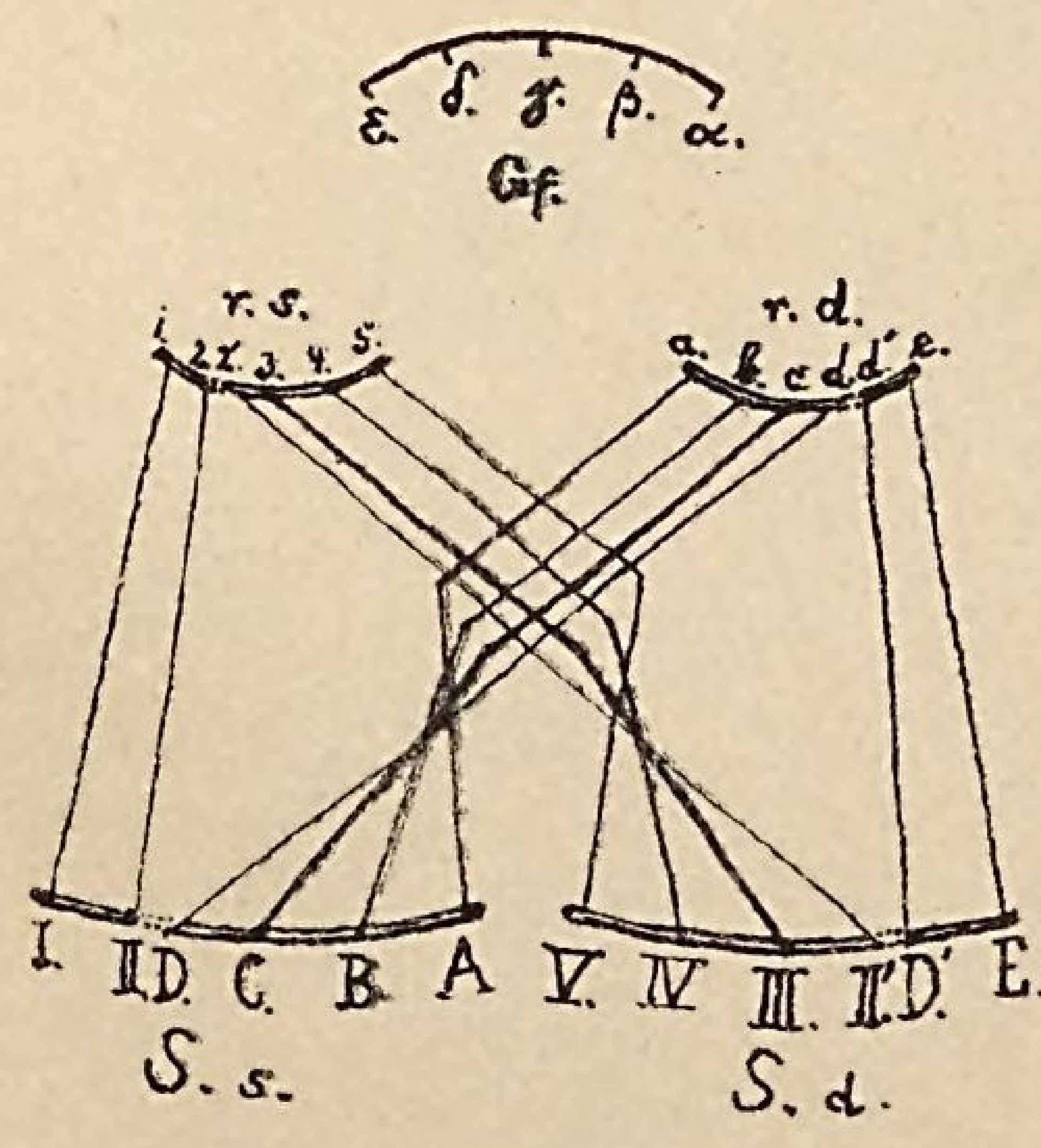



Fig. 71.

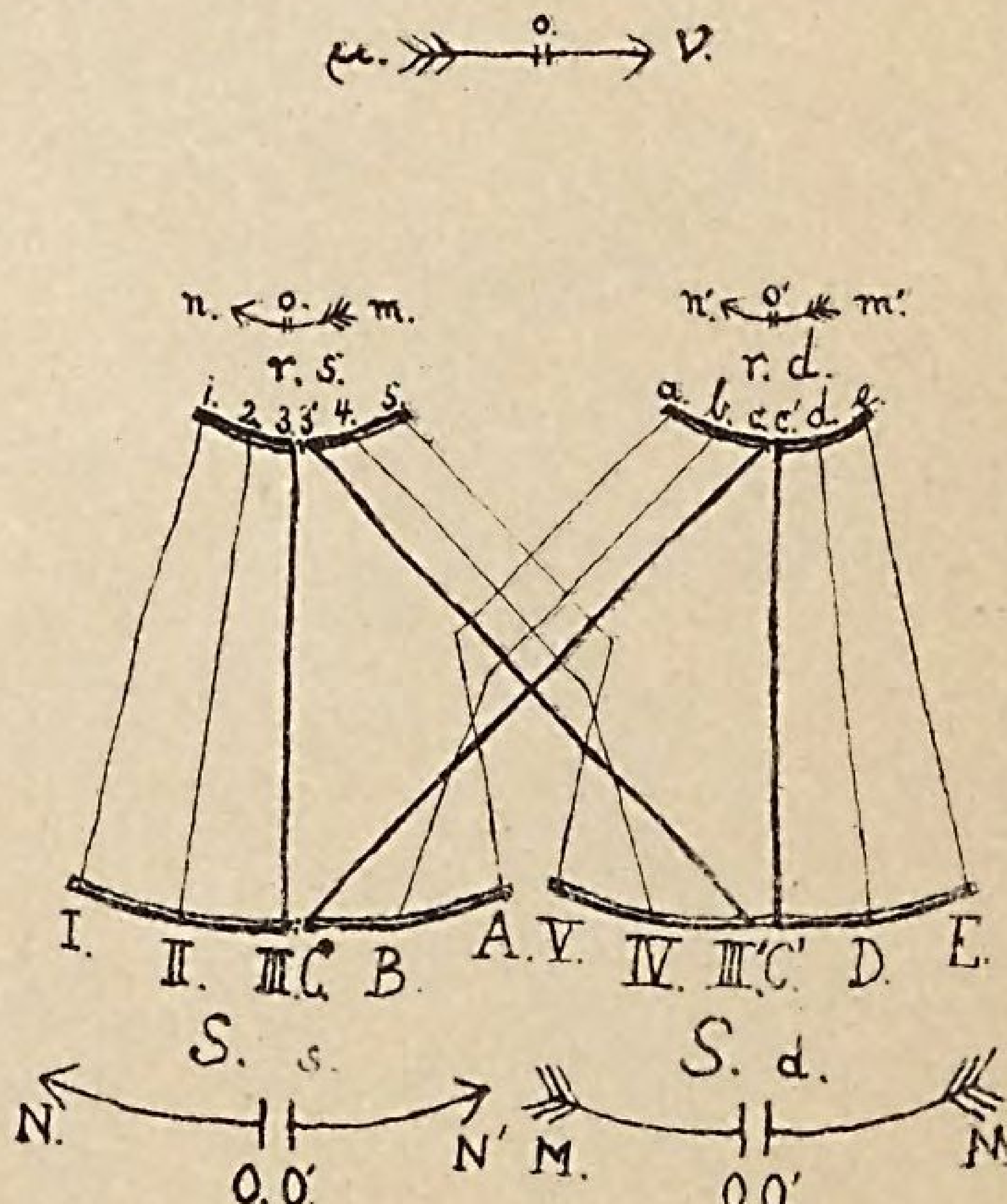



Fig. 73.

Photolithographie von A. Fabian & Comp., Breslau.

# Tsfel XVII.

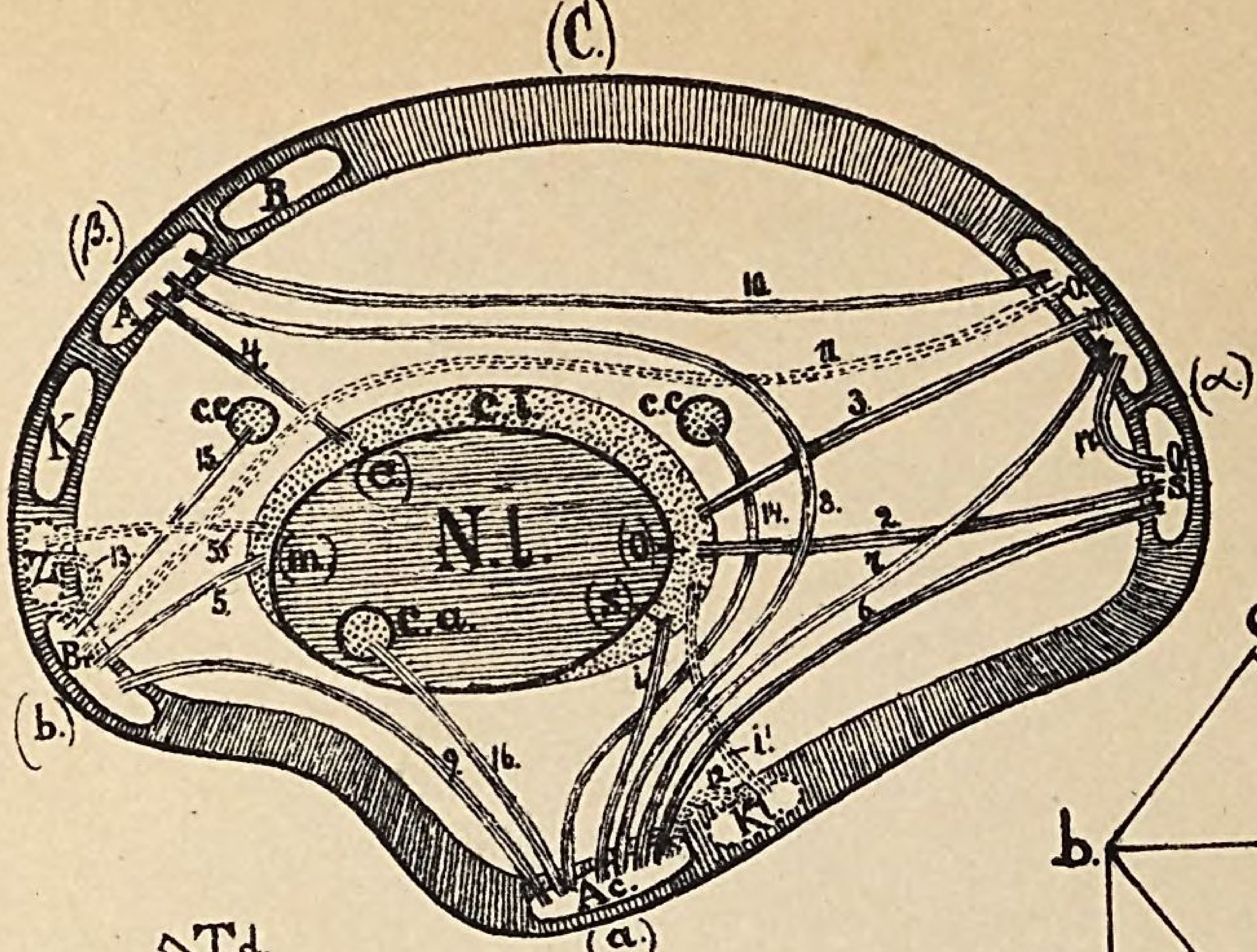



Fig. 75.

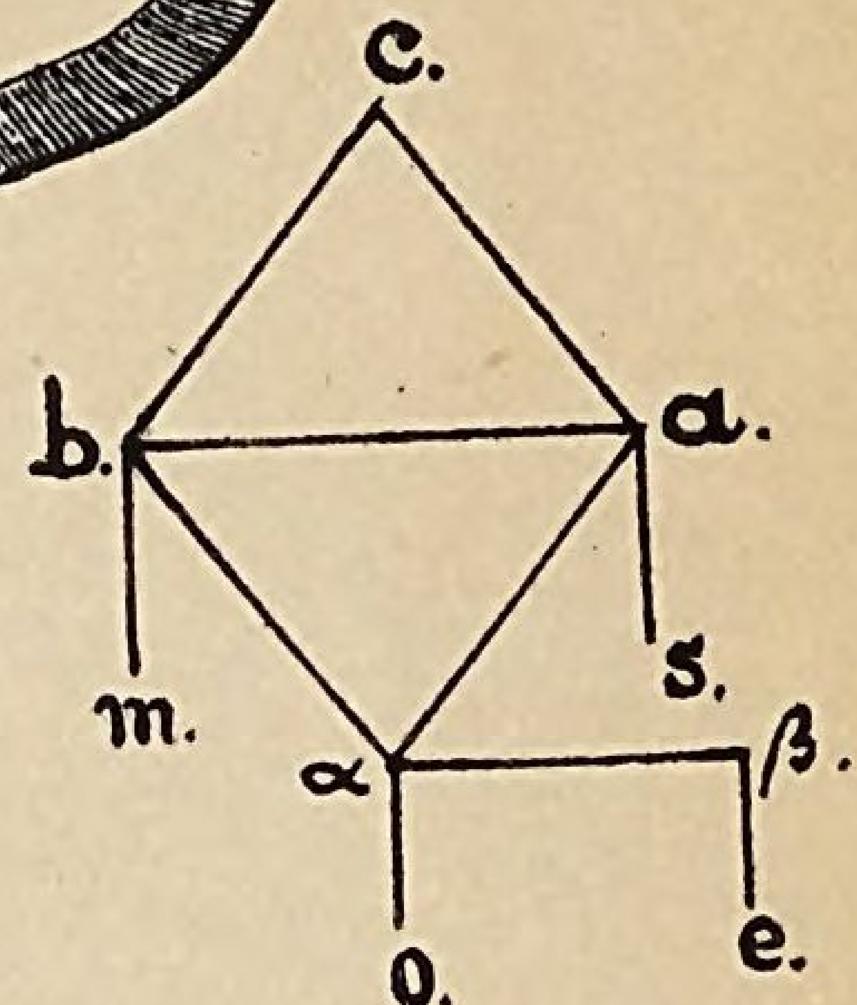



Fig. 78.

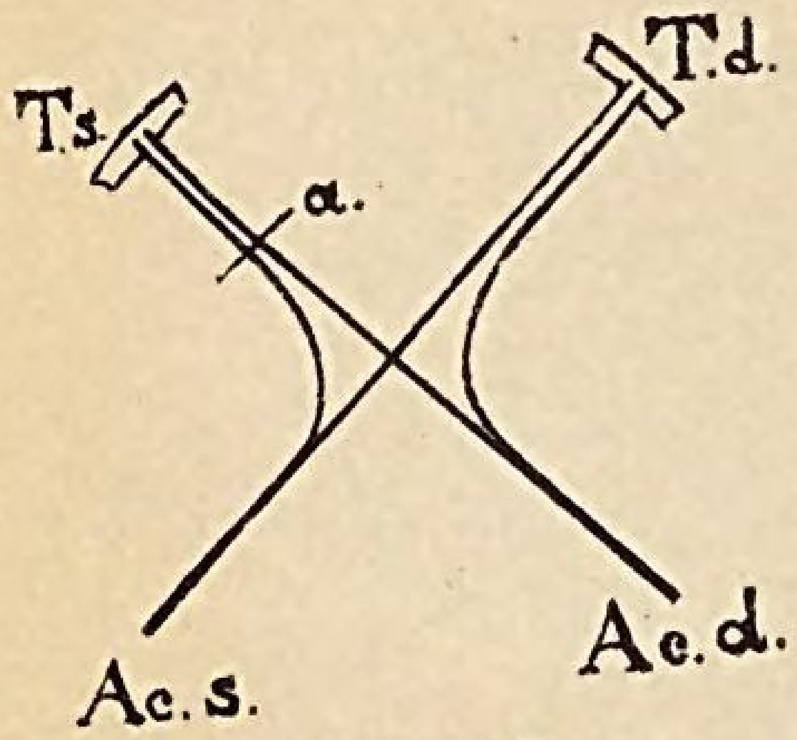



Fig.77.

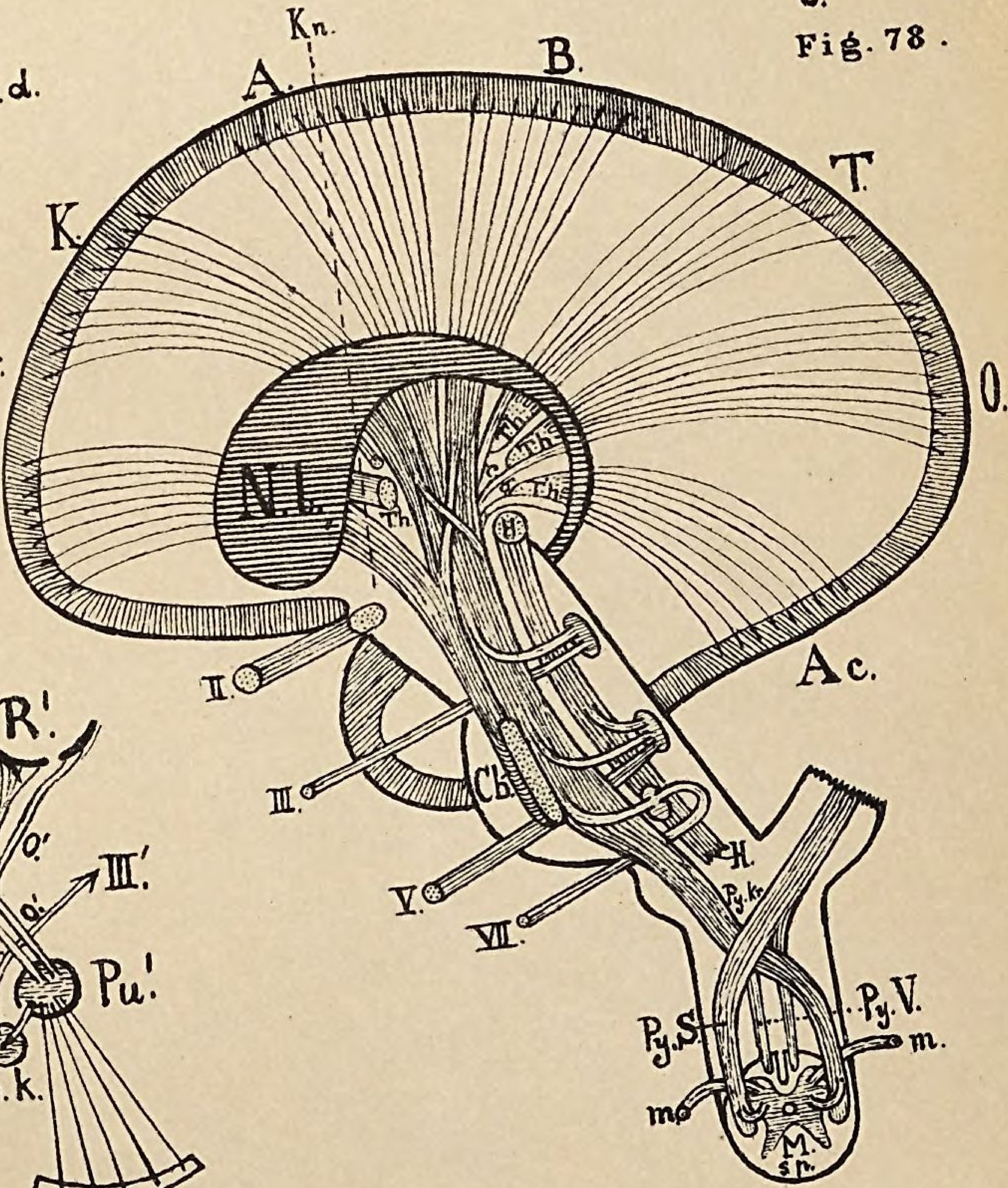



Fig. 80.

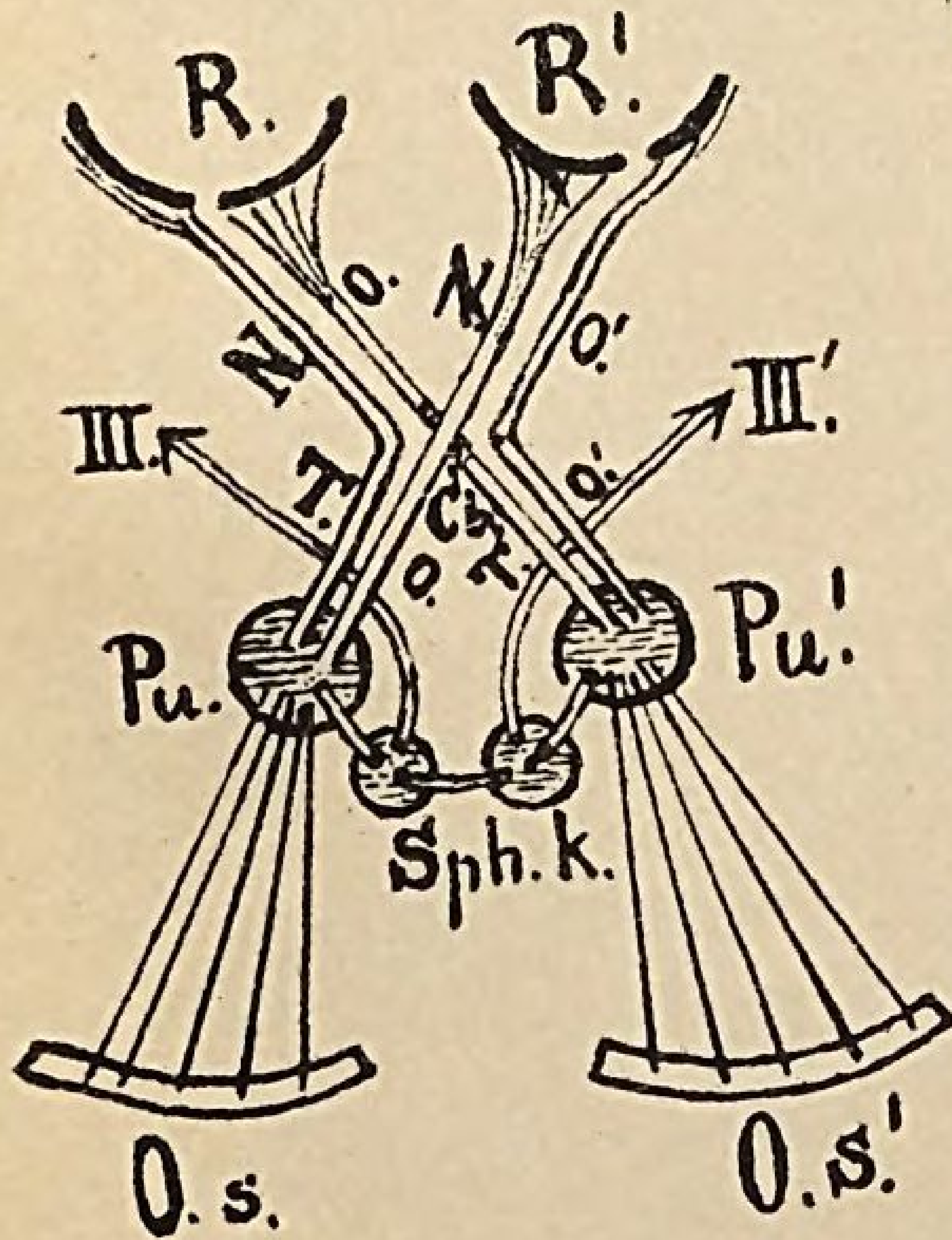



Fig.79.

Photolithographie von A.Fabian & Comp., Breslau.

Verlag von Preuss & Jünger in Breslau.

## Buchstaben-, Zahlen- und Bildertafeln

zur Sehschärfe-Prüfung

**nebst einer Abhandlung über die Sehschärfe**

von

**Dr. Wolffberg,** Augenarzt in Breslau.

In Etui enthaltend:

Streifentafeln No. 1—6 nebst Indexstreifen, 6 grossen Buchstaben, Bildertafel, Bilderbuch, Abhandlung über die Sehschärfe und Leseproben.

**1892. — Preis Mark 6,—.**

**Dr. Wolffberg's**

## diagnostischer Farben-Apparat.

III. Auflage.

**1891. — Preis Mark 4,—.**

## Relieftafeln

**zur Prüfung der Sehschärfe, zur Cont... Beleuchtungs-intensität und zu diagnos... ...wecken.**

Eine vorläufige ... ...ung

vo...

**Dr. Louis W... ...fberg,**

Augenarzt i...

**1889. — Preis Mark 0,50.**

## Ueber Statistik von Augenkrankheiten

(nebst einem Schema für die Lidkrankheiten)

und

## Ueber Lidrandleiden und Seifenbehandlung.

**(Ein Beitrag zur Hygieine der Augen)**

von

**Dr. Louis Wolffberg,**

ärztlicher Leiter der früh. Jany'schen Augenklinik in Breslau.

**1890. — Preis Mark 0,60.**

Im October jeden Jahres erscheint:

## Medicinischer Taschenkalender,

herausgegeben von **Dr. A. Jaenicke, Prof. Dr. Partsch,** Breslau, und **Dr. A. Leppmann,** Berlin.

2 Theile. I. Theil eleg. geb. in Leinwandband Mk. 2,—, in weichem Lederband Mk. 2,50. (Theil II enthält eine werthvolle, für die ärztliche Praxis bestimmte klinische Arbeit.)

Verlag von Preuss & Jünger in Breslau.

## Elektrotherapie bei Frauenkrankheiten

von **Horatio R. Bigelow M. D.** mit einer Einleitung von Dr. **Georges Apostoli.** Deutsche autorisirte Ausgabe von Dr. **Robert Asch.** Mit Illustr. Preis Mk. 5,—.

## Rechts-Vademecum

für den praktischen Arzt.

Zusammenstellung aller den nichtbeamteten Arzt angehenden Gesetze und Verordnungen Preussens mit Berücksichtigung der Reichs-Gesetzgebung. Von Dr. med. **G. Gadow,** prakt. Arzt. 1892. Preis Mk. 1,—.

## Elektrolyse und Katalyse.

Ihre Theorie und Praxis dargestellt von Dr. **Gräupner,** Arzt für Elektrotherapie und Nervenkrankheiten. Mit 52 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis Mk. 4,50.

## Vorschriften für die Krankenkost

von Dr. **A. Jaenicke, Breslau.** 1890. Preis Mk. 0,50.

## Die Steuerdeclaration der Aerzte

auf Grund des neuen preuss. Einkommensteuer-Gesetzes von Dr. med. **Max Kamm.** 1891. Preis Mk. 0,60.

## Zur Geschichte der Cholera

**speciell der Cholera-Epidemien in Breslau** von Dr. **R. Kayser.** 1884. Preis Mk. 0,50.

## Die ärztliche Fürsorge für Geisteskranke

ausserhalb der Anstalt

von Dr. **A. Leppmann** in Berlin. Preis Mk. 0,50.

## Leitfaden der Psychiatrie

**für Mediciner und Juristen**

von Prof. Dr. **H. Neumann,** weil. Dir. der psychiatrischen Klinik in Breslau. 1883. Preis Mk. 3,—, geb. in Leinwand Mk. 3,60.

## Katechismus der gerichtlichen Psychiatrie

in **Fragen und Antworten.**

Mit einem Anhange von Mustergutachten von Prof. Dr. **H. Neumann.** 1884. — Preis Mark 1,50.

## Diagnostische Semiotik des Harns

herausgegeben von Dr. med. **Rosenfeld,** Assistent am chemischen Laboratorium der medicinischen Klinik zu Breslau. 1889. — Preis Mark 0,60.

Druck von Leopold Freund, Breslau.

MÜNCHEN
Herzogspitalstr. 22.

150

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Sachs, Heinrich

Vorträge über Bau und Thätigkeit des Grosshirns und die Lehre von der Aphasie und Seelenblindheit für Ärzte und Studirende

Breslau 1893

Anat. 367 m
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11550306-0